

ОЦІНКА СТАНУ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В РАЙОНІ РОЗМІЩЕННЯ ПОЛІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

О. В. Єгорова

Черкаський державний технологічний університет

бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18000, Україна, E-mail: yegorova.ok@gmail.com

У процесі виробництва утворюються стічні води, що розрізняються за своїми фізичними властивостями, хімічним складом та ступенем забрудненості. Незважаючи на всі заходи і методи, котрі застосовуються для очищення стічних вод, забруднювачі продовжують надходити у водні об'єкти України та всього світу. Основними джерелами забруднення водойм є промислові та харчові підприємства. Вплив виробничих відходів підприємств харчової промисловості на стан якості поверхневих вод було досліджено на прикладі ППО ВАТ «Смілянський цукровий комбінат» та річки Сріблянка. В роботі виконано аналіз якості води р. Сріблянка за відповідністю до ГДК_р та за коефіцієнтом забрудненості води. Встановлено, що пріоритетними забруднювачами є амонійний та нітритний іон. Вміст розчинного кисню значно нижчий допустимих показників. За коефіцієнтом забрудненості води р. Сріблянка характеризується як «помірно забруднена». Спостерігається тенденція до зростання коефіцієнта забрудненості, що зумовлено сукупною дією техногенних і природних чинників.

Ключові слова: поля фільтрації, поверхневі води, забруднюючі речовини, оцінка якості води.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ

О. В. Егорова

Черкасский государственный технологический университет

бул. Шевченко, 460, м. Черкасы, 18000, Украина, E-mail: yegorova.ok@gmail.com

В процессе производства образуются сточные воды, которые различаются по своим физическим свойствам, химическому составу и степени загрязненности. Несмотря на все меры и методы, которые применяются для очистки сточных вод, загрязняющие вещества продолжают поступать в водные объекты Украины и всего мира. Основными источниками загрязнения водоемов являются промышленные и пищевые предприятия. Влияние производственных отходов предприятий пищевой промышленности на состояние качества поверхностных вод было исследовано на примере ПВО ОАО «Смелянский сахарный комбинат» и реки Серебрянка. В работе выполнен анализ качества воды р. Серебрянка за соответствием ГДК_р и по коэффициенту загрязнения воды. Установлено, что приоритетными загрязнителями являются аммонийный и нитритная ион. Содержание растворимого кислорода значительно ниже допустимых показателей. По коэффициенту загрязнения воды р. Серебрянка характеризуется как «умеренно загрязненная». Наблюдается тенденция к росту коэффициента загрязненности, что обусловлено совокупным действием техногенных и природных факторов.

Ключевые слова: поля фильтрации, поверхностные воды, загрязняющие вещества, оценка качества воды.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Виробництво лимонної кислоти посідає особливо важливе місце серед галузей агропромислового комплексу, оскільки має стратегічне значення у забезпеченні споживчого ринку та стабільності роботи підприємств харчової промисловості [1]. Разом з тим, дане виробництво належить до найбільш матеріаломістких галузей економіки, в яких об'єм сировини і допоміжних матеріалів у декілька разів перевищує вихід готової продукції. Як наслідок, у процесі виробництва утворюються стічні води, що розрізняються за своїми фізичними властивостями, хімічним складом та ступенем забрудненості [2, 3]

Найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляють поля фільтрації, оскільки саме туди складається основна частина відходів виробництва – фільтраційні осадки та міцеліальна біомаса, проблема утилізації яких є найпоширенішою. Поля фільтрації призводять до забруднення ґрунтового покриву, повітряного середовища, підземних вод та відкритих водойм.

Проблема моніторингу, оцінювання і прогнозування стану та якості поверхневих вод є надзвичайно актуальною для України. Це обумовлено особливостями національного питного та технічного водо-

споживання, при якому необхідно забезпечити визначені вимоги до якості води в пунктах водозаборів і скидів стічних вод.

Незважаючи на величезну роль річок у багатьох процесах, які відбуваються в природі, у забезпеченні життя людини, їх сучасний стан оцінюють як критичний. Річки стали забрудненими, спрямленими, мілководними, з поганою якістю води, збідненими на аквафлору і фауну, внаслідок усебічного використання їхніх ресурсів, забруднення їх стічними водами [4].

Метою досліджень є оцінка якості води поверхневих вод в районі розміщення полів фільтрації виробництва лимонної кислоти на прикладі ППО ВАТ «Смілянський цукровий комбінат» та річки Сріблянка. Поставлена мета досягається при вирішенні таких задач: оцінка забрудненості води за окремими показниками та узагальнена оцінка забрудненості води за коефіцієнтом забрудненості.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ППО ВАТ «Смілянський цукровий комбінат» розташований в південно-західній частині міста Сміли, на лівому березі річки Сріблянка за 1 км від місця її впадіння в річку Тясмин.

Район заводу виробництва лимонної кислоти характеризується насипним ґрунтом, який підстиляється мулистопіщаними відкладами та мулистими пісками, нижче залягають мілкі піски. Ґрунтові води пов'язані з річкою Сріблянка. В паводок ґрунти промислового майданчику повністю зневоднені.

Водопостачання підприємства здійснюється: технічне – з річки Сріблянка; для виробничих та господарсько-побутових потреб – з міського водопроводу.

На підприємстві є три поверхневі водозабори, якими здійснюється забір технічної води з річки Сріблянки. Водозабір N1 – резервний, потужністю 420 м³/год. Водозабір N2 – основний, потужністю 420 м³/год. Водозабір N3 – водозабір заводу лимонної кислоти, потужністю 420 м³/год.

Водовідведення здійснюється:
виробничі стоки – на поля фільтрації;

господарсько-побутові стічні води – на міські очисні споруди;

поверхневі (зливові та талі) стічні води з основної (центральної) частини лівобережного промайданчика комбінату та з розташованої вище за рельєфом частини міської території зливовим колектором очищення – до річки Сріблянка.

Річка Сріблянка відноситься до категорії малих річок рибогосподарського призначення. Розрахункові витрати води річки Сріблянка в контрольному створі складають: середня за рік 95 відсотків – 0,31 м³/с, мінімальні середньомісячні – 0,93 м³/с влітку та 0,186 м³/с взимку. Характерні гідроморфометричні параметри річки на ділянці до контрольного створу в межі становлять: ширина - до 10 м, глибина – 0,6–0,9 м, швидкість течії – 0,015–0,025 м/с. На ділянці до міста річка Сріблянка має переважно струмкоподібний вигляд [5]. Дані систематичних натурних спостережень за якістю води річки Сріблянка у районі виробництва відсутні.

Річка Сріблянка є водоприймачем очищених стічних вод, що скидаються з очисних та виробничих стічних вод ВАТ «Смілянський цукровий комбінат». Значний антропогенний вплив на річку Сріблянка пов'язаний з поверхневим стоком з полів фільтрації.

Для очищення стічних вод використовуються поля фільтрації, площа яких за проектом була передбачена в розмірі 80 га. В даний час фактична їхня площа становить лише 67 га.

В зоні розміщення полів фільтрації простежується підвищений вміст в підземних водах азоту амонійного [5].

Оцінка рівня забруднення поверхневих вод річки Сріблянка проведена на основі затверджених в Україні критеріїв оцінки показників якості води і нормативів гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів (Постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. № 815 «Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу вод» // Зібрання постанов Уряду України. 1996. № 15. С. 403.; Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.03.98 № 44. Київ, 1998. 28 с.; ДСТУ 3041-95. Гідросфера, використання і охорона води. Терміни та визначення; ДСТУ ISO 5667-3-2001. Відбір проб. Частина 3. Керівництво з методів консервування та зберігання проб).

З метою оцінки рівня забруднення поверхневих вод поблизу полів фільтрації в рамках роботи виконаний аналіз відібраних у районі виробництва проб води. Точки відбору проб води були вибрані з урахуванням напрямів поверхневого стоку від джерел впливу по лініях зниження в рельєфі до русла р. Сріблянка. Проби води було досліджено з трьох точок, розташування яких наведено на рис. 1. Результати дослідження представлені в табл. 1.



Рисунок 1 – Схема відбору проб води з р. Сріблянка:

Точка 1 – 49°13'16.2"N 31°52'18.2"E; Точка 2 – 49°13'13.8"N 31°51'36.8"E; Точка 3 – 49°13'39.1"N 31°50'30.8"E

Оцінку рівня забрудненості річки Сріблянка здійснювали за розрахованим коефіцієнтом забрудненості за методикою КНД 211.1.1.106 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів)». Розрахунок КЗ проводили за 10 показниками з найбільшим перевищення ГДК. У разі, якщо число показників, що перевищують ГДК, менше десяти, у формулі 1, значення величин для решти показників приймали рівним одиниці. За величинами розрахованих КЗ виконували оцінку якості води.

$$\gamma = 0,1 \sum_{i=1}^{10} \left(\frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N_{ij}} \gamma_{ijn} \right), \quad (1)$$

$$\gamma_{ijn} = \begin{cases} 1, \text{ якщо ГДК}_i \text{ задовольняє } (C_{ijn} \leq \text{ГДК}_i), \\ \frac{C_{ijn}}{\text{ГДК}_i}, \text{ якщо ГДК}_i \text{ порушено } (C_{ijn} > \text{ГДК}_i). \end{cases} \quad (2)$$

де i , 10 – порядковий номер і загальна кількість контрольованих показників; j, J – порядковий номер і загальна кількість пунктів (створів) спостережень; n, N_{ij} – порядковий номер і загальна

кількість вимірювань i -го показника в j -му пункті (створі) за період часу, що аналізують (квартал, рік, тощо); N_i – загальне число вимірювань i -го показника в усіх пунктах (створах) спостережень; γ_{ijn} – кратність перевищення ГДК при n -му вимірюванні i -го показника у j -му пункті (створі) спостережень.

Результати аналізу проб води річки Сріблянка (таблиця 1), відібрані в рамках роботи, свідчать, що в межах ділянок випробування річки, по ряду показників є забрудненими і не відповідають нормам, що пред'являються для водойм рибогосподарського призначення.

У пробах води з р. Сріблянка поблизу полів фільтрації значення БСК₅ (7,1 ГДК_{пр}), концентрації амонійного іона (6,0 ГДК_{пр}) та нітритного іона (1,1 ГДК_{пр}) заліза загального (2,3 ГДК_{пр}), вміст сухого залишку (1,3 ГДК_{пр}), мінералізація (1,3 ГДК_{пр}) перевищують гігієнічний норматив. Також простежується залежність зміни концентрації гідрохімічних показників за руслом річки: зростання показників від проби «Точка 1» до проби «Точка 2» та їх спад до проби «Точка 3».

Таблиця 1 – Гідрохімічні показники якості води р. Сріблянка

Показники складу вод	Затвержені допустимі концентрації, ГДК _{пр} , мг/дм ³	Точка 1 (1,3 км вище полів фільтрації)	Точка 2 (біля полів фільтрації – 0,56 км)	Точка 3 (1,5 км нижче полів фільтрації)
Водневий показник, рН	6,5-8,5	7,42	6,75	7,69
Завислі речовини, мг/дм ³	25,00	1,60	3,00	1,00
Сухий залишок, мг/дм ³	1000,00	285,00	1286,00	441,00
Розчинний кисень, мг О ₂ /дм ³	>6,00	5,20	4,60	4,80
БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	3,0	3,49	21,41	9,67
ХСК, мг О ₂ /дм ³	50,0	19,05	25,72	21,83
Мінералізація, мг/дм ³	500,0	378,00	638,00	512,00
Хлорид-іони, мг/дм ³	300,0	92,50	111,30	105,60
Сульфат-іони, мг/дм ³	100,0	25,80	34,80	29,80
Амоній-іони, мг/дм ³	0,60	0,48	3,61	1,45
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,08	0,02	0,09	0,04
Нітрат-іони, мг/дм ³	40,0	2,14	7,84	5,00
Фосфат-іони, мг/дм ³	2,10	0,12	0,79	0,33
Залізо загальне, мг/дм ³	0,30	0,38	0,67	0,30
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,05	< 0,005	0,03	< 0,005

Рівень біопродуктивності водних об'єктів визначають наявністю біогенних речовин, насамперед сполук азоту – іонів амонію, нітрит- і нітрат-іонів. В той же час, високі концентрації цих сполук свідчать

про імовірне антропогенне забруднення водойм [6, 7].

Процес евтрофікації є одним з найбільш поширених антропогенних впливів на екосистеми, при

якому прискорюється процес старіння річки. До цього призводить збільшення біогенних та органічних речовин (у першу чергу тих, в яких містяться фосфор і азот). При цьому відбувається швидко перетворення внесених речовин у нітрати, які самі по собі дуже небезпечні для людини.

Іони амонію з'являється внаслідок розчинення у воді аміаку – продукту складного процесу мінералізації органічних речовин, що містять азот. Засвоюються рослинами при фотосинтезі й швидко окислюються в нітрити й нітрати. Присутність амонію в концентраціях порядку 1 мг/дм³ знижує здатність гемоглобіну риб зв'язувати кисень [8]. Високий вміст амонію свідчить про анаеробні умови формування хімічного складу води річки Сріблянка та про її незадовільну якість.

Підвищення концентрації амонію спостерігається у місцях скиду стічних вод і сільськогосподарських стоків.

Достатньою інформативністю щодо забруднення природних вод володіють і нітрит-іони.

Нітрити – сполуки неконсервативні, швидко окиснюються розчиненим у воді киснем до нітратів, їх концентрація вирівнюється та досягає природного фону [9]. При потрапленні у водойми нітрати прискорюють процеси евтрофікації, які починаються при концентрації нітратного азоту 0,3 мг/дм³.

Однак у забруднених водоймах такі процеси порушуються, що і спостерігається на р. Сріблянка. В пробі «Точка 2» зафіксовано перевищення –1,1ГДК. Високий вміст нітритних іонів (1,1ГДК) в пробі біля полів фільтрації – свідчить про посилене розкладання органічних речовин і затримку окислення, що вказує на забруднення водойми.

Високий вміст амонійного і нітритного іонів свідчить несприятливі умови формування хімічного складу води р. Сріблянка та про її незадовільну якість.

Розчинний кисень, вміст якого у воді характеризує кисневий режим водойми і визначає її екологічний та санітарний стан, виявився достатньо низьким як на створі вище, так і нижче полів фільтрації.

На всіх трьох точках спостережень концентрація кисню коливалася в діапазоні 4,6–5,2 мг/дм³. Концентрація розчиненого кисню у водоймах за рибогосподарськими нормативами повинна складати більше 6 мг/дм³. Така його кількість достатня для забезпечення умов дихання гідробіонтів і нормального проходження процесів самоочищення водойм.

Значення показника ХСК, який характеризує загальний вміст розчинених органічних речовин у воді водних об'єктів, з перевищенням ГДК не зафіксовано у жодній досліджуваній пробі.

Значення БСК₅, який характеризує наявність у воді нестійких органічних сполук, для природних води зазвичай невеликі (не перевищує 0,5-2,0 мг/дм³). Більш високі значення цього показники вказують на забруднення природних вод.

Проведені дослідження показали, що на всіх трьох точках спостережень БСК₅ перевищували норму, особливо біля полів фільтрації (7,1 ГДК_{рг}).

Високі концентрації заліза можуть бути спричинені як природним вмістом цього елемента в поверхневих водах, вимиванням елементу із ґрунту та з лісової підстилки, так і антропогенним впливом.

За результатами розрахунку коефіцієнта забрудненості (КЗ) з'ясовано, що якість води можна оцінити як помірно забруднена. Максимальне значення коефіцієнт забрудненості набуває на місці відбору проби «Точка 2» – КЗ=2,75.

Усереднені значення кратності перевищення ГДК_{рг} по окремих показниках на досліджуваній ділянці р. Сріблянка, що представлені на рис. 2 та 3, свідчать про суттєвий вплив полів фільтрації на якість води.

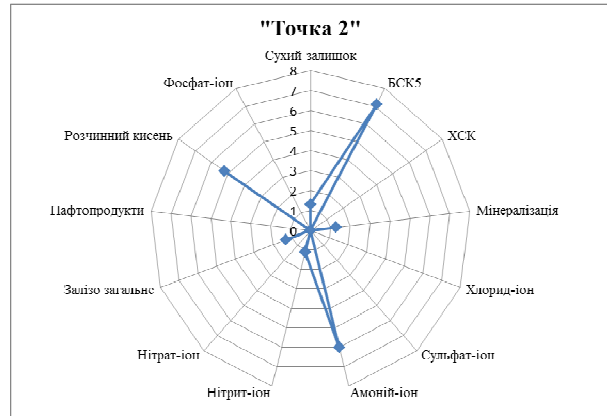


Рисунок 2 – Колова діаграма кратності перевищення ГДК за окремими показниками у річці Сріблянка в пробі «Точка 2»

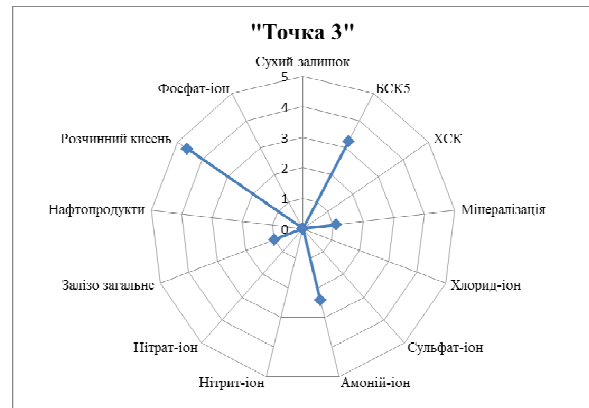


Рисунок 3 – Колова діаграма кратності перевищення ГДК за окремими показниками у річці Сріблянка в пробі «Точка 3»

За результати дослідження встановлено, що пріоритетними забруднювачами є амонійні- і нітрит-іони, залізо загальне, також підвищений показник мінералізації та вміст сухого залишку, низьке значення розчинного кисню.

При обстеженні стану прибережних ділянок виявлено, що ріка замулена та заросла очеретом, в результаті чого погіршується, як бактеріологічний так і хімічний стан води, що значно впливає на якість та відновлення рибних запасів.

Загалом можна виділити такі чинники, які негативно впливають на стан водних ресурсів у басейні річки Сріблянка: скиди стічних вод у поверхневі

водойми без належного очищення; самовільний скид стічних вод; надходження забруднюючих речовин з полів фільтрації з поверхневим стоком; розмивання берегів, порушення та руйнування берегових укріплень унаслідок повеневих ситуацій.

Усі ці чинники призвели до значного забруднення поверхневих вод басейну.

Вважаємо, що екологічний стан водних ресурсів басейну р. Сріблянка поліпшили б такі заходи:

реконструкція наявних і будівництво нових очисних споруд;

припинення скидів неочищених стоків у річки; приведення в належний санітарний стан прибережних захисних смуг водойм і водозбірних територій;

проведення на екологічно небезпечних об'єктах всіх запланованих заходів з охорони довкілля;

проведення на промислових та сільськогосподарських підприємствах заходів щодо економного використання водних ресурсів;

проведення постійного контролю якості та кількості скинутих у водні об'єкти промислових стоків;

проведення робіт з розчищення та берегоукріплення річок області;

неухильне виконання водокористувачами чинного водоохоронного законодавства [10].

ВИСНОВКИ. Отримані результати свідчать про тенденцію до збільшення концентрацій для цілого ряду гідрохімічних показників у воді річки Сріблянка у створах поблизу полів фільтрації, що свідчить про їх суттєвий вплив на якість води у водоймі.

Для таких компонентів як амонійний та нітритний азот, залізо загальне, сухий залишок, мінералізація, БСК₅ та розчинний кисень спостерігається перевищення ГДК. Підвищення вмісту біогенних елементів переважно пов'язане зі специфічним складом господарсько-побутових вод та недостатнім ступенем очистки останніх стосовно азотних сполук. Для забруднення вод основними є такі чинники: надходження зі зливовими, паводковими та ґрунтовими водами у результаті вимивання із ґрунтів; надходження із зворотними та стічними водами підприємств, надходження із живлячими підземними водами.

Вода р. Сріблянка знаходиться у незадовільно стані і втрачає природну здатність до самоочищення під значним і зростаючим антропогенним впливом. Спостерігається тенденція до погіршення якості води р. Сріблянка. Збільшення водозбору, замулення русла, високий ступень розораності території басейну річки, засмічення берегів, на яких часто

виникають стихійні сміттєзвалища, посилюють процес деградації водної екосистеми.

Ситуація потребує детального дослідження, розробки і здійснення спеціальних заходів, спрямованих на з'ясування сили, характеру, джерел і чинників процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бутко М.П., Ясько Я.Г. Тенденції, особливості та ефективність розвитку харчової промисловості України як базової галузі агропромислового комплексу // *Агросвіт*. – 2007. – № 18. – С. 6–11.
2. Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу. – Л.: Світ, 2009. – С. 101–113.
3. Гринь Я.В., Веред П.І. Екологічний вплив внаслідок діяльності Червонського цукрового заводу Андрушівського району Житомирської області. // *Тези доповідей державної студентської науково-практичної конференції «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»*. – Біла Церква, 2015. – С. 3–4.
4. Gu, Q., Deng, J., Wang, K., Lin, Y., Li, J., Gan, M., Hong, Y. Identification and assessment of potential water quality impact factors for drinking-water reservoirs. // *International journal of environmental research and public health*. – 2014. – № 11(6). – PP. 6069–6084.
5. Сечкин Н.В. Отчет по инвентаризации сточных вод от Смелянского сахарного комбината. – *Интернаукпром*, 2001, – 55с.
6. Сніжко С.І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся // *Український географічний журнал*. – 2001. – № 2. – С. 65–70.
7. Хоменко О.М., Гайдар І.О. Аналіз екологічного стану малих річок Черкаської області (на прикладі р. Золотоношка) // *Екологічна безпека*. – 2010. – № 2. – С. 39–42.
8. Оцінка якості поверхневих вод у межах Вінницької області / А.В. Колісник, Т.А. Сафранов, А.В. Чугай // *Екологічні проблеми регіонів України: матеріали XII Всеукр. наук. конф. студ., магістрів і асп.* – О.: ОДЕКУ, 2010. – С. 154–155.
9. Komissarov A.B. Assessment of water quality of the river Tvertsa using hydrochemical and hydrobiological indicators // *Water: chemistry and ecology*. – 2015. – № 2. – С. 47–54.
10. Wei, X., Wolfe, F.A., Han, Y. Mine Drainage: Characterization, Treatment, Modeling, and Environmental Aspect, *Water Environment Research*. – 2014. – № 86(10). – PP. 1515–1534.

ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN THE AREA OF LOCATION OF INFILTRATION FIELDS PRODUCTION OF CITRIC ACID

O. V. Ehorova

Cherkasy State Technological University

vul. Shevchenka, 460, Cherkasy, 18000, Ukraine. E-mail:yegorova.ok@gmail.com

Purpose. In the article analysis of Serebryanka river water quality in accordance with individual indicator of quality regulator LAC_{fa} and by the coefficient of water contamination are presented. It is shown that Serebryanka river is characterized by anaerobic conditions of the formation of chemical composition of the water. Ammonium and nitrite nitrogen are priority pollutants. The content of soluble oxygen is significantly below allowable indicators. **Results** Serebryanka river is characterized as «moderately polluted» by the coefficient of water contamination. There is a tendency to

increase the coefficient of contamination which is conditioned by aggregate action of technogenical and natural factors (climate, hydrodynamic and physico-chemical processes). **Findings.** The water of Serebryanka river is in critical state and loses natural self-purification ability under significant and growing anthropogenic influence, the level of which is close to the limit of stability of the system. Inadequate efficiency of treatment facilities of Smela city, poor state of drainage system, pumping stations and construction of storm water sewer which leads to the destruction of aquatic living resources are the main causes of water quality deterioration.

Key words: filtration fields, surface water, pollutants, assessment of water quality.

REFERENCES

1. Butko, M. P. (2007), Tendentsii, osoblivosti ta efektyvnist rozvitku harchovoi promislovosti Ukraini yak bazovoi galuzii agropromislovogo kompleksu, *Agrosvit*, 18, pp. 6–11.
2. Kukurudza, S.I. (2009), *Gidroekologichni problemi suhodolu*, Lviv, Svit, pp. 101–113.
3. Grin, Y.V., Vered, P.I., (2015), *Ekologichniy vpliv vnaslidok diyalnosti Chervonskogo tsukrovogo zavodu Andrushivskogo rayonu Zhitomirskoi oblasti. Tezi dopovidey derzhavnoi studentskoi naukovo-praktichnoi konferentsii "Ekologichni problemi Ukraini ta shlyahi ih virishennya"*, BIIa Tserkva, pp. 3–4.
4. Gu, Q., Deng, J., Wang, K., Lin, Y., Li, J., Gan, M., Hong, Y. (2014), Identification and assessment of potential water quality impact factors for drinking-water reservoirs. *International journal of environmental research and public health*, № 11(6), pp. 6069–6084.
5. Sechkin, N.V. (2001), *Otchet po inventarizatsii stochnyih vod ot Smelyanskogo sahkombinata*. Internaukprom, pp. 55.
6. Snizhko, S. I. (2001), Otsinka suchasnogo gidrohimichnogo rezhimu ta yakosti vodi richok Zhitomirskogo Polissya, *Ukrainskiy geografichniy zhurnal*, № 2, pp. 65–70.
7. Homenko, O. M. (2010), Analiz ekologichnogo stanu malih richok Cherkaskoi oblasti (na prikladi r. Zolotonoshka). *Ekologichna bezpeka*, № 2, pp. 39–42.
8. Kolisnik, A.V. (2010), Otsinka yakosti poverhnevih vod u mezhah Vinnitskoi oblasti. *Ekologichni problemi regioniv Ukraini: materialy XII vseukr. nauk. konf. stud., magistriv i asp.* Odesa, ODEKU, pp. 154–155.
9. Komissarov, A.B. (2015), Assessment of water quality of the river Tvertsa using hydrochemical and hydrobiological indicators. *Water: chemistry and ecology*, № 2, pp.47–54.
10. Wei, X., Wolfe, F.A., Han, Y. (2014), Mine Drainage: Characterization, Treatment, Modeling, and Environmental Aspect, *Water Environment Research*, № 86(10), pp. 1515–1534.

Стаття надійшла 14.02.2017.