

*Шатохіна Ю.В., к.т.н*  
*Чернігівський національний технологічний університет,*  
*м. Чернігів, Україна*



## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТІЧНИХ ВОД**

Визначено номенклатуру показників, які потребують подальшого розвитку методів їх контролю, на підставі аналізу сучасних тенденцій технологій очищення вод.

**Ключові слова:** стічні води, оперативний контроль якості, біохімічне споживання кисню, знезараження.

Определена номенклатура показателей, которые требуют дальнейшего развития методов их контроля, на основе анализа современных тенденций технологий очистки вод.

**Ключевые слова:** сточные воды, оперативный контроль качества, биохимическое потребление кислорода, обеззараживание.

Are determined range of indicators that require further development of methods of control, based on an analysis of current trends water treatment technology.

**Keywords:** wastewater, operational quality control, biochemical oxygen consumption, decontamination.

## 1. Постановка проблеми.

Залишається актуальною проблема контролю якості стічних вод, тому що деякі етапи процесу їх очищення наразі або не мають методів контролю, або мають ті методи контролю, які прийняті для природних вод, але не відповідають специфічним умовам процесу очищення, наприклад, за тривалістю визначення показника. Зрозуміло, що відсутність поетапного контролю за якістю процесу очищення не може не впливати на те, що в Україні практично 100% очисних станцій не забезпечують необхідний рівень очищення за окремими компонентами [1,2].

Питання керування послугами водопостачання і водовідведення розглядаються у понад 500 міжнародних стандартах ISO [3]. В Україні гармонізовано міжнародні стандарти, значна кількість яких відноситься до методів контролю і втілює міжнародний досвід (зокрема, ДСТУ ISO 5815-2:2009 «Визначення біохімічного споживання кисню після  $n$  днів (БСК $n$ )», ДСТУ EN 12255-6:2008 «Процеси очищення стічних вод активним мулом»), а також створено вітчизняні методи контролю і нормативні документи, зокрема [4-7], тому факт недостатності контролю можна пояснити безперервним розвитком сучасних технологій та специфічними особливостями процесів, які заважають використовувати загальновідомі для водних ресурсів методи контролю. Сучасні технології передбачають для очищення води використання як хімічних реагентів, так і біологічних істот, а також мають різну тривалість - від декількох хвилин до декількох діб, тому для контролю якості використовуються хімічні, фізико-хімічні, фізичні, мікробіологічні методи контролю. Розвиток науки і техніки, а також зростання вимог до якості і безпечності продукції змушують постійно вдосконалювати методи її контролю і відповідну нормативну документацію.

**2. Мета та задачі дослідження.** Метою є виявлення номенклатури показників, які потребують подальшого розвитку методів їх контролю.

Для досягнення поставленої мети обрані наступні задачі:

- Проаналізувати сучасні тенденції технологій очищення вод;
- Визначити етапи очищення стічних вод, які недостатньо забезпечені методами контролю, а також номенклатуру важливих щодо цих етапів показників.

**3.Методика досліджень.** Аналітичні дослідження сучасних тенденційочищеннястічних вод і забезпеченостіконтролю їхякостіінормативними документами.

#### **4. Результатидосліджень та їх обговорення.**

Процес очищення стічних вод схематичнопредставлено на Рис.1, з якого видно, що після механічної обробки, яка передбачає решітки, пісколовки, відстійники (етап 1)стічні води направляються або на біологічне (етап 2), або на реагентне (етап 3) очищення.

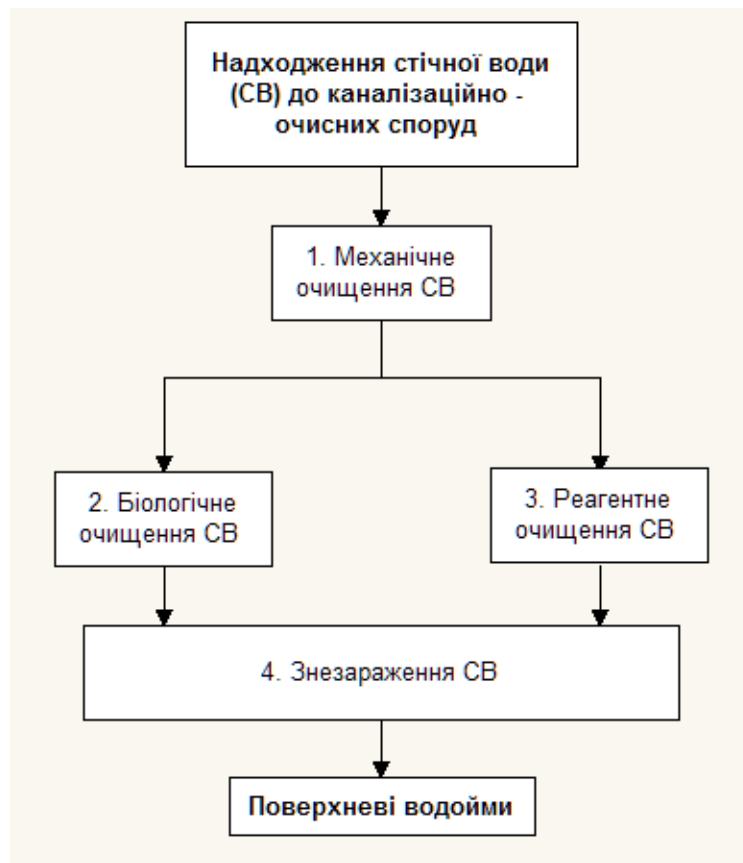


Рисунок 1- Основні етапи очищення стічних вод  
Figure 1- The main stages of wastewater treatment

Контроль біологічної очистки стічних вод у аеротенку визначається законодавчими та нормативними документами, у тому числі [8-10], а також ДБН В.2.5-75:2013 [11], в якому значна кількість технологічних і конструктивних параметрів(використання схеми з регенерацією мулу, тривалість аерації, навантаження на мул, приріст мулу та інші) потребують визначення такого показника стічної води, як біохімічне споживання кисню (БСК) за п'ять, двадцять чи більше діб. Аналіз тривалості деяких метрологічних робіт, представлений нами на Рис.2а, за даними лабораторії каналізаційно-очисних споруд (КОС) м.Чернігів, виявляє, що тривалість визначення показника БСК, перевищує час знаходження стічних вод в процесі очищення.

Так, тривалість знаходження стічних вод на каналізаційно-очисній станції біологічного очищення, наприклад, м.Чернігів дорівнює лише дві доби,

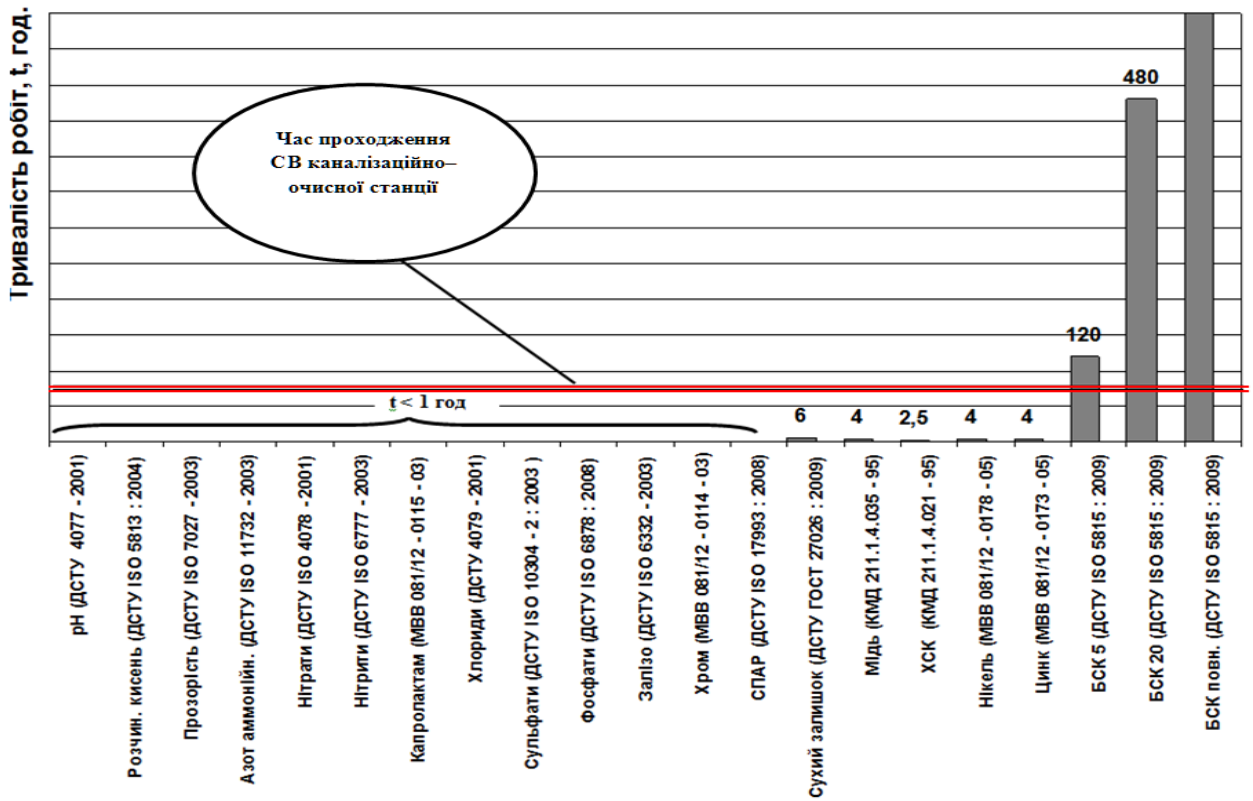
а визначення показника БСК<sub>5</sub> потребує п'ять днів, тобто існує необхідність на додаток до традиційних точних методів розробки експрес-методів з урахуванням специфіки процесу очищення. Можливість визначення загальної біомаси активного мулу в аеротенку в якості експрес-метода контролю процесу очищення нами отримано звикористанням сучасного мікроскопа DeltaOpticalGeneticPro шляхом вимірювання параметрів гідробіонтів [12]. Такі методи незважаючи на їх меншу точність дозволяють оперативно отримати необхідну інформацію.

Останнім часом біологічне очищення стічних вод вдосконалюється шляхом створення анаеробних і аеробних зон, в кожній з яких стічна вода знаходиться протягом 4-5 годин, тому тривалий контроль БСК<sub>5</sub> традиційним методом не забезпечує реалізацію оперативних дій. Контроль за якістю цих процесів автори здійснюють шляхом гідробіологічного аналізу активного мулу з використанням мікроскопів нового покоління ULABXSP-139TP, що дозволяє розширити номенклатуру контрольних показників, сприяє досягненню позитивного результату [13,14]. Діючий нормативний документ РНД 31-05-2007з гідробіологічного аналізу активного мулу аеротенків [15], розрахований на використання застарілої моделі мікроскопа, яка не дозволяє отримати запропоновані нові кількісні показники щодо контролю якості процесу, тому цей нормативний документ доцільно актуалізувати, а лабораторії КОС забезпечити сучасними приладами контролю, як це передбачено Загальнодержавною програмою «Питна вода України» [16].

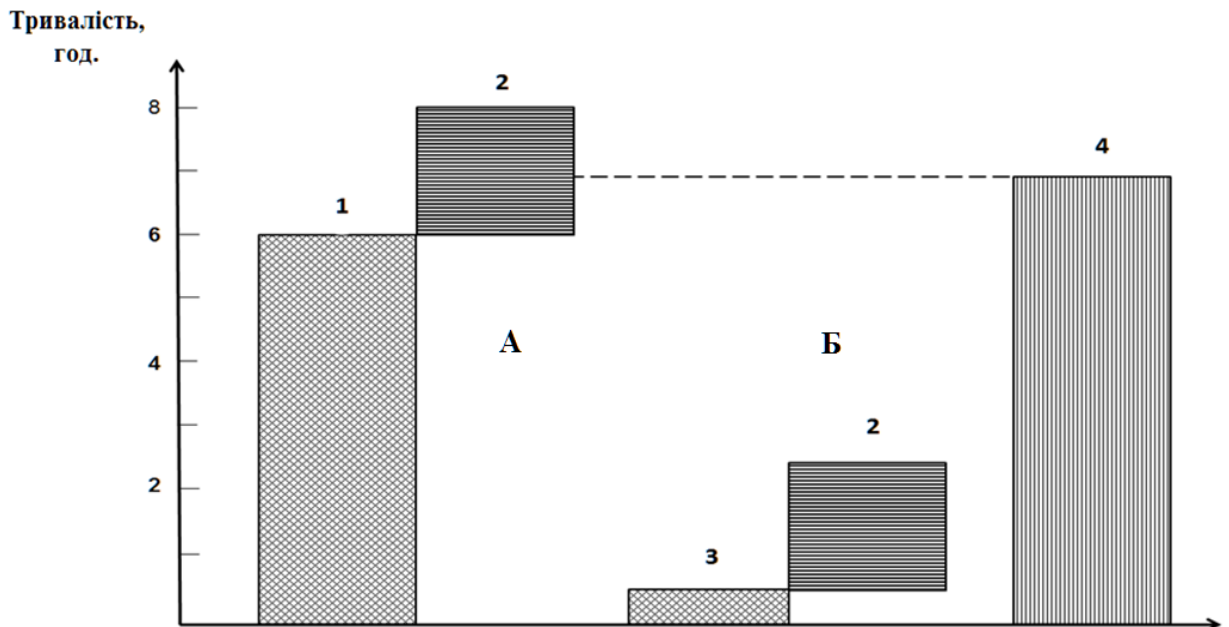
Якщо очищення стічних вод відбувається не біологічним шляхом, а реагентним (див. Рис.1, п.3), то в цьому випадку також виявляється потреба у експрес-методах. Так, на станції реагентного очищення стічних вод у м.Славутич мінімальна тривалість знаходження цих вод дорівнює 7 годин, за цей час потрібно проаналізувати показники води, і визначити дозу реагенту (коагулянту), що здійснюється за кількістю завислих речовин. За нормативним документом «Методика виконання вимірювань масової частки завислих речовин» [17] тривалість визначення завислих речовин (ЗР) дорівнює 6-8 годин. Наступна технологічна операція - процес коагуляції - здійснюється ще протягом двох годин, завершується виділенням бруду у вигляді пластівців, після чого очищена вода потрапляє у р.Дніпро.

Як показано на Рис.2б (варіант А) підготовка до управлінських рішень, яка полягає у визначенні дози коагулянту за кількістю завислих речовин, відбувається значно триваліше, ніж сам процес коагуляції (очищення). Це приводить до того, що забруднюючий осад може випасти не на території КОС, а у поверхневій водоймі. Використання експрес-метода [18], який базується на номограмі, що отримується на базі даних конкретної станції, дозволяє суттєво прискорити цей процес Рис.2б (варіант Б), а максимальна відносна похибка визначення концентрації завислих речовин, отримана протягом трьох місяців, дорівнювала 22%. Враховуючи нестабільність вхідної стічної води, встановлену нами у попередніх

дослідженнях[19], подальшого розвитку потребує перегляд математичних залежностей, які використовуються для побудови номограми.



а)



б)

Рисунок 2- Деякі метрологічні роботи з контролю показників стічних вод на прикладі КОС м. Чернігів (а) і м. Славутич (б): 1 – визначення завислих речовин традиційним методом; 2 – тривалість процесу коагуляції; 3 – визначення завислих речовин експрес – методом; 4 – тривалість знаходження стічних вод на станції очищення.

Figure 2 – Some metrological operations on control parameters of wastewater on the example of sewage - treatment plants in the city of Chernihiv (a) and Slavutych (b): 1 - determination of suspended solids traditional method; 2 - the duration of the process of coagulation; 3 - determination of suspended solids express - method; 4 - the duration of the wastewater at the purification station

Обов'язковим етапом очищення стічної води, як показано на Рис.1 (етап 5) є її знезараження. План щодо безпеки води викладено спеціалістами ВООЗ [20-22], визнано, що не існує єдиної моделі (яка б вирішувала усі проблеми не зважаючи на особливості джерел водопостачання та джерел забруднення). Встановлено, що у Європейському регіоні інфекційні захворювання становлять 77%, і значна роль у цьому належить саме побічним продуктам знезараження води, як відомі, як канцерогенні сполуки. Так, побічні продукти знезараження діоксидом хлору води із поверхневих джерел викликають не тільки канцерогенний, а і ембріотоксичний ефект, виявлений, на жаль, у реальних умовах населених пунктів Італії.

Широко розповсюджено знезараження вод газоподібним хлором, але при обробці хлором стічних вод, які містять залишкову кількість лікарняних препаратів, що виводяться із організму людини, утворюються не тільки відомі небезпечні сполуки (зокрема, тригалометани, хлорфеноли), а і нові високотоксичні гідрофобні сполуки, які можуть потрапити у джерела водопостачання [20]. Так, у поверхневих водах Європи до найбільш поширених ліків відносяться диклофенак, еритроміцин та інші [23], які спочатку потрапляють у побутові стічні води внаслідок неповного засвоєння організмом хворої людини, а потім у складі недостатньо очищених стоків переходять у поверхневі водойми. Для цих сполук невідомі не тільки наслідки тривалого впливу на організм людини, а і токсичність продуктів, які утворюються з цих ліків під час знезараження стічних вод або окислювальних методів очищення стоків. Тому незважаючи на наявність методів контролю концентрації речовини-знезаражувача [24], контроль якості кінцевої продукції здійснюється недостатньо, потребує розвитку щодо виявлення номенклатури контрольних показників, які врахують токсичність побічних продуктів знезараження, у тому числі, при тривалому впливі на організм людини.

Літературні джерела свідчать про те, що позитивний ефект знезараження створює не окремий знезаражувач, а суміш оксидантів [20] - хлор, хлорнувата кислота, діоксид хлору, озон, гідропероксидні сполуки, але поки що відсутні нормативні документи щодо використання цієї суміші та методів контролю.

## **ВИСНОВКИ:**

- На додаток до традиційних точних, але тривалих методів визначення показників води (біохімічного споживання кисню, концентрації завислих речовин) потребують розвитку оперативні методи контролю якості окремих етапів процесу очищення стічних вод, зокрема, для біологічного очищення - контроль мікроорганізмів з використанням сучасних приладів, для реагентного очищення - контроль процесу коагуляції. Подальшого розвитку потребує аналіз (з урахуванням можливих змін стану стічних вод) математичних залежностей, які використовуються для побудови номограму експрес-методах.

- Контроль якості кінцевої продукції при знезараженні здійснюється недостатньо, потребує розвитку щодо врахування токсичності побічних продуктів знезараження, у тому числі, при тривалому впливі на організм людини. Потребує розвитку метод контролю знезараження з використанням суміші оксидантів.

- Потребує актуалізації нормативний документ з гідробіологічного аналізу активного мулу аеротенків, розрахований на використання застарілої моделі мікроскопа, що стримує використання запропонованих показників щодо контролю якості процесу.

## **Список використаних джерел**

1. Іванова (Шатохіна) Ю.В. Оцінка забезпеченості основних етапів життєвого циклу стічних вод нормативними документами / Ю.В. Іванова (Шатохіна), А.С. Зенкін, Ю.А. Федорченко, Н.С. Мазюк // Восточно - европейский журнал передових технологій. - 2012. - №3/б (57). – С.56 - 61.

2. Щетинин А.И. Опыт реконструкции очисных сооружений с применением технологии инитро-денитрификации [Текст ] / А.И.Щетинин, Ю.М.Мешенгиссер, М.А.Есин, Б.Ю.Малбиев// Водопостачання та водовідведення.- К.:ТОВ «Гнозіс».- 2011.-№3.-С.41-49.

3. Глобальні проблеми води. Як можуть допомогти стандарти ISO// Стандартизація, сертифікація, якість.-2012.-№5.- С.16.

4. Патент України №106110, МПК (G01J3/14 (2006. 1)G 02B 5/04 (2006. 01))UA 85406 С2. Пристрій для визначення ступеня забрудненості водних об'єктів / Бурачек В.Г., Семака О.М.- №106110; заявл.09.12.10; опубл.25.07.14, Бюл.№14.

5. Петрук В.Г. Розробка системи контролю світлорозсіювальних характеристик водних середовищ/ В.Г.Петрук, І.В.Васильківський, С.М.Кватернюк, М.Турчик, Н.В.Лопатинська// Вісник Вінницького політехнічного інституту.–Вінниця, 2006.-№5. –С.22-29

6. Міхалева М. С. Розвиток нормативно – технічного забезпечення оперативного визначення характеристик рідин для контролю стічних вод: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»/ М. С. Міхалева. – Львів, 2012. – 21 с.

7. Гончарук В. Контроль якості води. Нові державні стандарти для визначення токсичних показників/ В. Гончарук, Н. Куцевська, Г. Терлецька// Стандартизація, сертифікація, якість. – 2010. - №5. – С.63 – 70.

8. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264 - XII // Відом. Верхов. Ради України. – 1991. – № 41. (в редакції станом 18.11.2012 року).

9. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами: Затв. постановою КМ України від 25.03.99 р. № 465.

10. ДСТУ EN 12255 - 6:2008 Станції очищення стічних вод. Частина 6. Процеси очищення стічних вод активним мулом (EN 12255 - 6:2002, IDT). - Введ.01.01.2010. - К.: Держстандарт України.

11. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування – ДБН В. 2.5 – 75:2013 [Чинний від 2014 – 01 - 01]. – К.: Міністерство регіон. розвитку, будівництва та ЖКГ України, 2012. – 194 с.

12. Шатохіна Ю. Контроль функціонування аеротенку за фізичними показниками нитчастих бактерій / Ю. Шатохіна // Метрологія та прилади. - 2013. - №2 (40). - С.60 - 63.

13. Бляшина М.В. Анаробно-аеробне очищення міських стічних вод з використанням волокнистого носія: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец.05.17.21 «Технологія водоочищення»/М.В.Бляшина. – К., 2015.-20с.

14. Жукова В.С. Очищення стічних вод від сполук азоту з використанням іммобілізованих мікроорганізмів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец.05.17.21 «Технологія водоочищення»/В.С.Жукова. – К., 2013.-19с.

15. РНД 31-05-2007. Методичні рекомендації з виконання гідробіологічного аналізу активного мулу аеротенків/ Міністерство з питань житлово-комунального господарства України.- К., 2007.-14 с.

16. Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України» на 2011-2020 роки: затверджено Законом України №2455-IV від 3 березня 2005 р // Уряд. кур'єр. – 2005.-13 квітня – Орієнтир.- №14.- С.1.

17. РНД 03 – 05 – 2002. Методика виконання вимірювань масової концентрації завислих речовин. – Державний комітет України з питань житлово – комунального господарства. – К., 2004. – С.31 – 40.

18. Шатохіна Ю.В. Дослідження кореляції між показниками стічної води для оперативного контролю ХСК і завислих речовин [Електронний ресурс]/ Ю.В.Шатохіна, О.В.Ковальов//Енергетика і автоматика.- К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України.- 2014.-№2-С.50-60.-Режим доступу:<http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia-2014-2-9.pdf>.

19. Шатохіна Ю.В. Якість процесу очищення стічних вод як функція складу вхідного потоку / Ю.В. Шатохіна, Л.М. Клінцов, О.М. Шкінь, Н.С. Мазюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. - №1/1(9). – С.36 - 38.

20. Стрикаленко Т.В. Обеззараживание в системе реализации плана ВОЗ по обеспечению безопасности воды /Т.В.Стрикаленко, В.Ф.Мариевский,



Ю.В.Нижник, Т.Ю.Нижник, А.И.Баранова//Водопостачання та водовідведення.-К.:2014.-№5.-С.27-34.

21.Guidelines for Drinking-Water Quality.//3th Edition Incorporating the 1-st and 2-nd Addenda. – Vol. 1:Recommendations. – Geneva,Switzerland: WHO, 2008.- 668 p.

22.Guidelines for Drinking-Water Quality.4-th Edition. – Vol.1: Recommendations. – Geneva,Switzerland: WHO, 2011.-564 p.

23. Орестов Е. О новейших тенденциях в водоподготовке. /Е.Орестов//Вода и водоочистные технологии.- К., 2014. - №3. – С.14-18.

24. ДСТУ ISO 7393 - 1 - 2003 Якість води. Визначання незв'язаного та загального хлору. Частина 1. Титриметричний метод із застосуванням N, NI - діетил - 1,4 - фенолендіаміну (ISO 7393 - 1:1985, IDT). - Введ.01.07.2004. - К.: Держспоживстандарт України. - 14 с.

## References

1. Ivanova (Shatokhina) Yu.,Zyenkin A., FedorchenkoYu., Mazuk N. (2012). Assessing availability of the main stages of the lifecycle of wastewater with regulations. Eastern – European Journal of Enterprise Technologies, №3 / В (57). - P.56 - 61.

2. Schetin A. Meshengisser Yu, M. Yesin, Malbay B. (2011). Experience of reconstruction of treatment facilities using the technology of nitro-denitrification. Water supply and sewage, №3. - P.41-49.

3. Global problems of water. How ISO standards can help (2012). Standardization, certification, quality. №5.- P.16.

4. Patent of Ukraine №106110, IPC (G01J 3/14 (2006. 1) G 02B 5/04 (2006. 01)) UA 85406 C2. The device for determining the degree of contamination of water objects / Burachek V., Semaka O.- №106110; appl. 09/12/10; publ. 07.25.14, Byul.№14.

5. Petruk V., Vasilkivsky I.,Kvaterniuk S., Turchyk M.,Lopatynska N. (2006). Development of the control system of light-scattering characteristics of water environments. Journal of Vinnitsa Polytechnic Institute, №5. - P. 22-29.

6. Mihalyeva M. The development of normative – technical support of operative determination of characteristics of liquids for control of sewage: Abstract of dissertation for the degree of PhD.: spec. 05.01.02 "Standardization, certification and metrological support» / M.Mihalyeva. - Lviv, 2012. - 21 p.

7. Goncharuk V., KushchevskayaN., Terletska G. (2010). Control of water quality. New national standards for determining toxic indicators. Standardization, certification, quality, №5. - P.63 - 70.

8. Environmental Protection Law of Ukraine dated 25.06.1991. № 1264 - XII // Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. - 1991. - № 41. (in edition as of 11.18.2012 year).

9. Rules of surface water pollution in verse waters: approved. Cabinet of Ministers of Ukraine from 03.25.99 g. № 465.

10. EN 12255 - 6: 2002. Wastewater treatment plants - Part 6: Activated sludge process.
11. Sewerage. External network sand facilities. The main provisions of the design - DBN V. 2.5 - 75: 2013 [Effective as of 2014 - 01 - 01]. - K.: Ministry of Regional Development, Construction and Housing Ukraine, 2012. - 194 p.
12. Shatokhina Yu (2013). The control operation of the aeration tank by physical indicators filamentous. Metrology and devices, №2 (40). - P.60 - 63.
13. Blyashina M. anaerobic and aerobic treatment of urban wastewater using fiber media: Abstract of dissertation for the degree of Ph D.: spec.05.17.21 "Water purification technology" /M.V.Blyashyna. - K., 2015.-20s.
14. Zhukova V. Wastewater treatment from compounds of nitrogen using immobilized microorganisms: Abstract of dissertation for the degree of Ph D.: spec.05.17.21 "Water purification technology" V.S. Zhukova. - K., 2013.-19 p.
15. BID 31-05-2007. Guide line the implementation of hydrobiological analysis of activated sludge aerotanks / Ministry of Housing Ukraine.- K., 2007.-14 p.
16. The targeted national program "Drinking Water of Ukraine" for 2011-2020, approved by the Law of Ukraine №2455-IV of March 3, 2005 // Government Courier. - 2005-April 13 - Oriyentyr.- №14.- P.1.
17. BID 03 – 05 – 2002. Methods of measuring of mass concentration of suspended solids. - State Committee of Ukraine for housing - communal services. - K., 2004. - P.31 - 40.
18. Shatokhina Yu, Kovalev, A. (2014). Study of correlation between indicators of wastewater for operational control of COD and suspended solids. Power engineering and automatics. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, №2, S.50-60. Access: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia-2014-2-9.pdf>.
19. Shatokhina Yu., Klintsov L., A. Shkin, Mazuk N. (2013). Quality of the process of wastewater treatment as a function of composition the input stream. Technology audit and production reserves, №1/1(9). – P.36 - 38.
20. Strikalenko T., V. Maryevskyy, Nyzhnyk Yu Nyzhnyk T. Baranova A. (2014). Decontamination in the implementation of Plan WHO water safety. Water supply and sewage, №5., P. 27-34.
21. Guide lines for Drinking-Water Quality. //3th Edition Incorporating the 1-st and 2-nd Addenda. – Vol. 1: Recommendations. – Geneva, Switzerland: WHO, 2008.- 668 p.
22. Guidelines for Drinking-Water Quality. 4-th Edition. – Vol.1: Recommendations. – Geneva, Switzerland: WHO, 2011.- 564 p.
23. Orestov E. (2014). About the newest trends in water preparation. Water and wastewater treatment technologies, №3. - P.14-18.
24. ISO 7393-1:1985. Water quality – Determination of free chlorine and total chlorine -- Part 1: Titrimetric method using N,N-diethyl-1,4-phenylenediamine