

УДК 711.8

**В.І. Доненко<sup>1</sup>**,  
докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0002-5728-5081

**О.М. Назаренко<sup>1</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0003-3738-1129

**І.А. Назаренко<sup>1</sup>**,  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0003-4200-4424

**М.П. Марченко<sup>1</sup>**,  
студент, Бад-117сп  
**В.П. Суліма<sup>1</sup>**,  
магістрант, Бад-119м

<sup>1</sup>Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

## ТЕХНІЧНІ ПЕРЕВАГИ СИСТЕМИ СЕДИМЕНТАЦІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ СІЧНИХ ВОД МІСТА

*Робота проектує систему виробничих компонентів міської інфраструктури для створення енергоефективного міста. Досліджено гідравлічні, гідрологічні, теплообмінні процеси взаємодії водної структури та елементів очисних конструкцій для відцентрового осадження завислих речовин. Розраховано залежно від ступеня забруднення апарати для відновлення ресурсу. Досліджено тривалість операцій відновлення. Визначено технологічний цикл відновлення повторної води та кількість циклів кавітаційного генератора для керованого кондиціювання умовно чистих та брудних вод. Досліджено апарати зворотного осмосу для відновлення умовно чистих вод. Категоризовані потенційні стоки промислових вод за доцільністю відновлення. Отримано зразки експериментальних осадів для потреб будівельного господарства при робочих та надкритичних режимах роботи технологічної ціпки. Розроблена математична модель продуктивності зрошення агроцентрів в умовах засухи крапельним зрошенням повторною водою.*

**Ключові слова:** *повторні води, акумулювання, кавітаційний генератор, завислі речовини, механічна ерозія, водний баланс, температура, система.*

**Вступ.** Екосистеми міст складаються з дивовижних взаємодій живих організмів і абіотичного середовища, створюючи динамічні цикли поживних речовин і енергії. Здатність людини витіснити і формувати природні процеси покращилася, але громада продовжує залежати від товарів і послуг, що надаються екосистемами. Структура екосистемних послуг уточнює зв'язок між добробутом людини та функцією екосистеми. Екосистемні послуги надаються екосистемі для підтримки добробуту громади [1]. Технологія екосистемної послуги створює зворотний зв'язок, який сприяє як екосистемі, так і благополуччю громади [2]. У цьому контексті очевидно, що ризики для природних ресурсів подібні ґрунтам і водним ресурсам мають прями наслідки для громади [3].

Дослідження поповнення водного балансу міста важливо, особливо в південних регіонах України, де засухи порушують стабільність процесів та приводять до соціального напруження в громаді [4].

**Матеріали і методи досліджень.** В роботі продовжується гідрологічні дослідження та математичні пошукування таких вчених, як Прандтль Д., Хосокава Т., Івасакі М., Рябенко О.А., Цхай А.А., Епоян С.М., Пантелєв Г.С., Малько В.Г., Кравчук С.М., Стольберг Ф.З., Карагяур А.С. Традиційно гідрологічні вимірювання проводяться в природних умовах, автори пропонують використання техногенних потоків для підвищення енергоефективності системи водопостачання [5].

**Мета та завдання.** Дана робота виконувалась у відповідності до вимог надійності систем водопостачання та забезпечення сталості економічного розвитку міст [6]. Враховані вимоги забезпечення сталості розвитку прісноводних ресурсів програми «Інтегроване управління водними ресурсами».

Мета роботи – Дослідження поповнення балансу системи водопостачання та зниження техногенного навантаження на річковий басейн.

Завдання роботи – Оптимізація використання техногенних стоків для поповнення балансу водної системи.

#### **Основна частина.**

Структура екосистемних послуг є інструментом, який можна використовувати в межах стратегічного керування водоспоживанням міста та регулювання басейнів річок [7]. Інструмент допомагає регуляторам оцінити види землекористування та заходи зменшення або заборони техногенного впливу на розвиток громади. Підхід екосистемних послуг не має залучення грошової оцінки, але шляхом створення обмежень, він розширює інструменти, що знаходяться у розпорядженні регулятора [8-11]. Обговорення наслідків техногенних сценаріїв різними групами експертів та зацікавлених сторін, може бути достатньо для знаходження компромісів при різних сценаріях використання територій.

Дослідження ризиків дебалансу водосховища важливо для розуміння меж технологічної схеми та визначення інструментарію стабілізації басейну міста [12]. При випуску вода проходить локальне кавітаційне очищення та в разі необхідності хімічне втручання для корегування рН (промислові райони) (табл. 1).

*Таблиця 1*

#### **Показники умовно чистої води при обробці кавітаційним генератором**

Показник	Кут 5°	Кут 12°
Жорсткість початкова, мг-екв/л	4,21	4,21
Жорсткість остаточна, 1 цикл, мг-екв/л	3,3	3,43
Жорсткість остаточна, 7 цикл, мг-екв/л	2,88	2,98
Лужність початкова, мг-екв/л	3,2	3,2
Лужність остаточна, 1 цикл, мг-екв/л	2,42	2,12
Лужність остаточна, 7 цикл, мг-екв/л	2,03	1,97
рН початкова	7,4	7,4
рН 7 цикл	6,4	7,12
Солевміст, мг/л	275	275
Солевміст, 1 цикл, мг/л	221	205
Солевміст, 7 цикл, мг/л	238	212

Результати дослідження доводять можливості відтворення хімічних показників якості води на 1...3 циклах). При збільшенні кількості циклів очищення до 7, жорсткість зменшується до 2,88 мг-екв/л, лужність дорівнює 2,03 мг-екв/л, підвищується солеміст до 238 мг/л.

Новоутворення озону при температурі (105...107)°С (кут 5 градусів), який в ході реакції багаторазово взаємодіє в умовах турбулентної реакції з молекулами забруднювача та знешкоджує їх в стадії адсорбції.

Пропонується дистанційне вимірювання жорсткості, лужності води, рН, солемісту та концентрацію можливих токсичних речовин за допомогою електронного блоку Arduino. При виникненні ризиків в збірних водоводах система дає сигнал та надає гнучку хімічну допомогу в районних насосних станціях [13].

Більш справедливо для прийняття важливих рішень залучення експертів зовнішніх та наукового середовища для моделювання сценаріїв водних ризиків та ступіню техногенного навантаження на район та регіон.

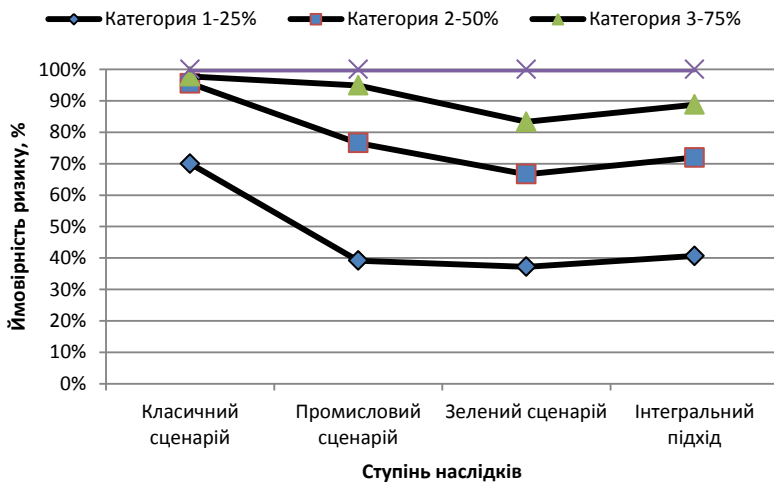


Рис. 1. Наслідки ризиків водопостачання по сценаріях

Дослідження використання умовно чистих вод виявили глибину просочення води в Запорізькій області до 18 см, в Дніпропетровській області до 36 см.

Досліджувані властивості ґрунту спиралися на текстурні індикатори порода-пісок, глину, мул, кварцевий пісок, а також на обсяг ділянки, точку збору, концентрації речовин, ємність кат іонообміну [14]. Один з більш чутливих параметрів ґрунту - насичена гідравлічна провідність. Виділення ґрунтів на два класи на основі вмісту глини, має передбачуване відношення більше 40 відсотків. Розроблено рівняння гідравлічної провідності глини:

$$K_b = 0,0066 \exp \left[ \frac{244}{\% \text{зависл}} \right] \quad (1)$$

Для ґрунтів з глиною менше 40%, співвідношення для  $K_b$  включає два параметри для змісту піску:

$$K_b = -0,265 + 0,0086\% \text{пісок}^{1,8} + 11,46 \text{СЕС}^{-0,75} \quad (2)$$

Дослідження продемонструвало успішне прогнозування моделі з використанням адаптації рівняння змішаної суміші для 1,5 годинного проміжка часу, в сценарії умовно брудних та умовно чистих вод агроланшафту [15].

Розрахована питома вологість ґрунтів Запорізької області в межах 0,5 см/годину, Днепропетровської області – 0,9 см/годину. Польові дослідження гідрологічних параметрів водоймищ надали рівняння потоку прісної поверхневої рідини:

$$(\rho_u)_x = \rho_u + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u)dx + \frac{\partial^2}{\partial x^2}(\rho u) \frac{\partial Q^2}{r} + \dots + \left[ \rho u + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u)dx \right] dz dt n \quad (3)$$

При дослідіах кондиціювання чистих та брудних вод завислі речовини будуть відсепаровані в кавітаційному устаткуванні:

$$m(t + dt) = \left( \rho + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt \right) dx dy dz \quad (4)$$

$$dm = \left( \rho + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt \right) dx dy dz - \rho dx dy dz$$

$$dm = \frac{\partial \rho}{\partial t} dt dx dy dz$$

Коефіцієнт дифузії мас визначаємо:

$$-D_c \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right) dx dy dz dt \quad (5)$$

$$\left[ \frac{\partial}{\partial x}(uc) + \frac{\partial}{\partial y}(vc) + \frac{\partial}{\partial z}(wc) \right] dx dy dz dt = \frac{\partial c}{\partial t} dx dy dz dt$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_c \nabla^2 c \text{ збереження маси потоку водоймища}$$

Багатофункціональна концепція використовує систему для підтримки експертів у розвитку зв'язків між балансом системи водопостачанням та численними перевагами інтеграції (табл. 2).

Результати свідчать, що умовно чисті води в металургійній промисловості мають пересичення по карбонату кальцію до 68,41 разів, та по гідроксиду магнію до 120 разів. Потрібно 42 цикли роботи кавітаційного генератора для доведення ресурсу до питної якості.

Аналогічно по умовно брудним водам досліди надали результати пересичення карбонату кальцію 78,19 разів, по магнію 261 разів. В цьому випадку практично можливо довести ресурсу до питної якості при 78 циклах роботи генератора, до 248 годин, тобто на протязі 10 діб.

Пропонуєма система попередження ризику водного середовища всебічно аналізує стан навколишнього середовища та дає попереджувальні сигнали (поодинокі індикатори та сумарні індекси).

Таблиця 2

**Визначення переваг седиментаційної квітації**

	Жорсткість мг-екв/дм <sup>3</sup>	Лужність мг-кв/дм <sup>3</sup>	Солевміст мг/л	Ns сасо <sub>3</sub>	Ns MgOH	N цикл
Легка промисловість	7,5	6,8	570	27,5	119	35
Металургійна (у.ч.)	12	11,2	630	68,41	120	42
Металургійна (у.бр.)	14	9,8	1120	78,19	261	78
Харчова	8,1	6,8	610	23,87	14	12

Аналогічно по умовно брудним водам досліди надали результати пересичення карбонату кальцію 78,19 разів, по магнію 261 разів. В цьому випадку практично можливо довести ресурсу до питної якості при 78 циклах роботи генератору, до 248 годин, тобто на протязі 10 діб.

Пропонуєма система попередження ризику водного середовища всебічно аналізує стан навколишнього середовища та дає попереджувальні сигнали (поодинокі індикатори та сумарні індекси).

Оцінка стану регіонального екологічного розвитку складається з п'яти операцій:

## 1) Загальна операція управління басейном

Представлення ризику водного басейну показано на візуальному інтерфейсі, включаючи загальну регіональну ситуацію, стан річки та зону водного буферу, що надає користувачам інформацію про географічне положення, гідрологію та метеорологію, стан та розташування водних функціональних зон.

## 2) Операція оцінки водного середовища

Цей процес оцінює зміни якості води в кожному перетині басейну з часом, своєчасно досліджує правила розподілу води, генерує діаграми розподілу основних категорій користувачів, класифікованих за основними показниками забруднення у вибраних перетинах моніторингу, обчислює індикаторні коефіцієнти перетинів.

## 3) Операція управління відходами

Інформація про воду відводи всіх річок, обчислюючи надлишкову ємність функціональних зон та кількість забруднюючих речовин. Модуль може імітувати концентрацію забруднюючих речовин на ділянці водозабору нижче за течією після їх деградації та дифузії та відстань впливу забруднюючих речовин.

## 4) Поступова прогресія попередження ризику водного середовища

На основі аналізу атмосферних опадів та попиту на воду процес поєднує з даними про кількість води, рівень води та якість води; визначити стан місцевих водних ресурсів та ступінь забруднення водних об'єктів.

Потім він прогнозує можливі резерви живлення басейну та здійснює ранне попередження водного середовища (табл. 3).

В ході досліджень рекреаційного озера міста визначено турбулентну в'язкість за допомогою дворівневої моделі турбулентності кінетичної енергії ( $k$ ) та швидкості її розсіювання ( $\epsilon$ ). Отримано головне рівняння кінетичної енергії

турбулентності та розсіювання швидкості потоку для практичного застосування до стандартної к-ε моделі та низьких значень Рейнольдса:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho_{ui}k) - \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{\mu_e}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) = G - p(\varepsilon + D) \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho_{ui}\varepsilon) - \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{\mu_e}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) = (C_1 f_1 G - C_2 f_2 \rho \varepsilon) \frac{\varepsilon}{k} + \rho E \quad (7)$$

Турбулентна в'язкість  $\mu_t$  потоку:

$$\mu_t = c_\mu f_\mu \rho k / 2 \quad (8)$$

У прямих річках, при джерелі забруднення в центрі річки, бічна відстань:

$$L_M = \frac{0,213 \times u \times B^2}{E_y} \quad (9)$$

Джерело забруднення на березі річки:

$$L_M = \frac{0,716 \times u \times B^2}{E_y} \quad (10)$$

Де  $L_M$  - поперечна довжина перемішування забруднюючих речовин (м);

$u$  - середня швидкість річкового потоку (м/с);

$B$  - середня ширина русла річки (м);

$E_y$  - коефіцієнт бічної дисперсії (м<sup>2</sup>/с).

Таблиця 3

**Сигнал попередження забруднення басейну річки**

Попередження ризику			
Річка	Індикатор	Перетин	Значення
Тип забруднювача	Свинець	Концентрація	0,5
Біодеградація забруднювача	Так	Не біодеградація	Ні
Позиціонування	A2	Вплив ситуації	A2
Засуха	≥30		Ключові міста
Засуха	<20		регіон
Засуха	<10		Країна
Засуха	<3		Територія
Трансфер	A3	Економічні втрати скиду	A4
Оцінка трансферу	≥10000	Пряма економічна втрата	≥10 млн
Ступінь ризику	III	Середній	

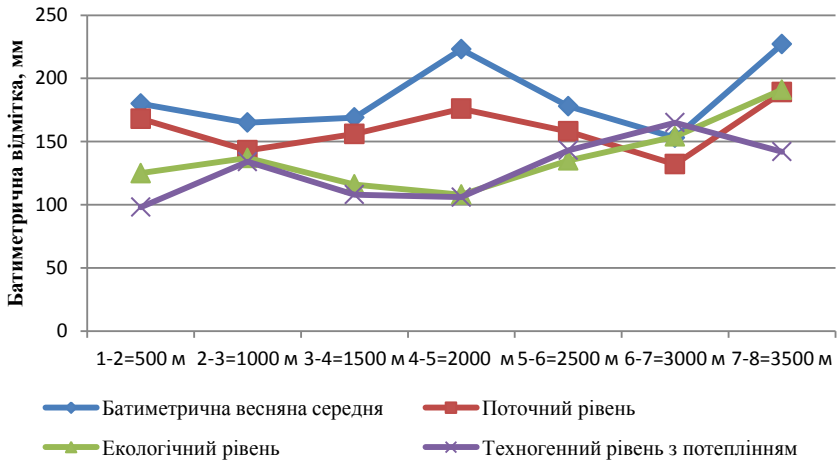


Рис. 2. Рівні доступної води в різних перетинах річки Дніпро (аграрний сегмент)

При батиметричних розрахунках рівня води річки Дніпро (сток води) розроблено модель нестабільної якості води:

$$C(x, y, t) = \frac{M}{H4,24\pi t \sqrt{E_x E_y}} \exp \left[ \frac{-(x-ut)^2}{4E_x t} - \frac{y^2}{4E_y t} - 2k_t \right] + C_h \quad (11)$$

де  $M$  – витік забруднюючих речовин (г);

$H$  – глибина ділянки річки (м);

$t$  – час прогнозування;

$C_h$  – початкова концентрація забруднюючих речовин у річці (мг/л);

$E_x$  – коефіцієнт поздовжньої дифузії (м<sup>2</sup>/с);

$K$  – коефіцієнт деградації забруднюючих речовин (л/с);

$x$  – вертикальна відстань між точками скидання до споживання (м);

$y$  – поперечна відстань від точки скидання до забору води (м).

Розроблена математична модель седиментаційної моделі очистки виглядає:

$$Y = 46,062 - 7,172x_2 - 16,745x_3 - 25,898x_2^2 + 2,738x_3^2 + 14,137x_2x_3$$

де  $x_1$  – жорсткість води, мг-екв/л;

$x_2$  – продуктивність процесу, %;

$Y$  – кількість циклів – 15-74 рази.

Результати рівняння оброблено по статистичним критеріям Кохрена, Стьюдента та Фішера, які показали адекватну математичну модель та можливість впровадження у народному господарстві

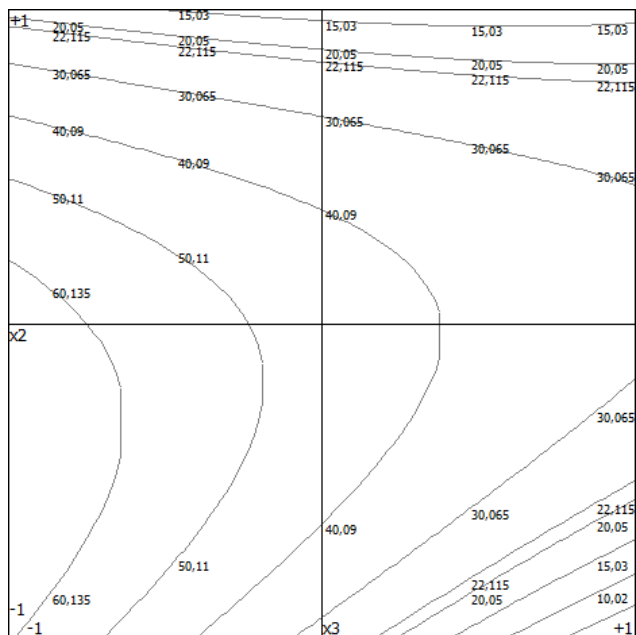


Рис. 3. Діаграма ліній рівного рівня

**Висновки.** В роботі класифіковані промислові та аграрні стоки по доцільності відновлення. Виконано порівняння кута крутки конуса Вентурі для очищення стічних вод комунального господарства. Розроблена система відновлення повторних вод, що компенсує до 32% дебалансу водного басейну.

#### *Список літератури:*

1. Jorgensen S.E. Handbook of Ecologica Models Used in Ecosystem and Environmental Management/CRC Press University Denmark.Copenhagen, 2011. 600 p.
2. Назаренко О.М. Ризик менеджмент водокористувачів річки Дніпро: монографія/ Запоріжжя: СТС Групп, 2018. 208 с.
3. Олійник О. Я., Айрапетян Т.С. Розрахунок кисневого режиму при біологічному очищенні стічних вод в аеротенках-змшувачах з закріпленим і зваженим біоценозом // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2019. – №1(94). – С. 187–191.
4. Утеплення, ремонт та реконструкція плоских покрівель цивільних будівель: посібник / Авраменко Ю.О., Лещенко М.В., Магас Н.М. [та ін.]; за ред. О.В. Семка. – Полтава: ТОВ «Астрія», 2017. – 238 с.
- 5.Marker В.А., Breure А.М., Zechmeister Н.Г. Bioindicators and biomonitors. Principles, concepts and application. Handbook/ElsevierScienceLtd. 2003. 1017 p.
6. Ремонт и эксплуатация рулонных кровель: Практическое пособие для работников ЖКХ / Н.М. Вавуло, А.Е. Харьковский, Р.Ф. Зарипов,



О.Л. Рогачевский, В.А. Желнинский, И.М. Дегтярев, А.Н. Лычиц, Д.А. Фисюренко. – М.; СПб.: ООО «АТМ», 2011. – 86 с.

7. Syvitski J., Cohen S., Miara A., Best J. River temperature and the thermal-dynamic transport of sediment. *Global and Planetary Change*. Volume 178, 7/2019, p. 168–183.

8. Elgueta M., Astaburuaga M., Hassan A. Sediment storage, partial transport, and the evolution of an experimental gravel bed under changing sediment supply regimes *Geomorphology*. Vol. 330, 4/2019, p. 1–12.

9. Kehui Xu, Samuel J., Bentley J., Day W., Freeman A. A review of sediment diversion in the Mississippi River Deltaic Plain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 5/2019, 235p.

10. Kuprienko P., Lapowska S., Kuprienko N, 2017. Nanommodified natural aluminum silicates in technology treatment of industrial waste and the production of building materials. *Underwater technologies*, Vol. 05, 74–83.

11. Яркін В.А. Определение эффективности работы перегородчатого смесителя коридорного типа усвоенственной конструкции /В.А. Яркін, С.М. Эпоян, Г.И. Сухоруков// Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2018. – Т.91, №1. – С. 210–214.

12. Эпоян С.М. Метод повышения эффективности смешения природной воды с реагентом и методика проведения исследований / С.М. Эпоян, Г.И. Сухоруков, В.А. Яркін// Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2016. – №1(83). – С.187-193.

13. Проскурнин О. А., Захарченко Н. И., Капанина О. И. Нормирование состава теплообменных сточных вод // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2018. – №4(92). – С.226–231.

14. ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд. [Текст]: – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2017. – 43 с.

15. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – К.: ДП «УкрНД-НЦ», 2017. – 45 с.

### **References**

1. Jorgensen, S.E. (2011) *Handbook of Ecologica Models Used in Ecosystem and Environmental Management*/CRC Press University Denmark.Copenhagen. 600 p.

2. Nazarenko, O.M. (2018) Ryzik menedzhment vodokorystuvachiv richky Dnipro[Risk management of the Dnieper River water users]:monohrafiia. Zaporizhzhia: STS Hrupp. 208 s.

3. Oliinyk, O.Ya. & Airapetian, T.S. (2019) Rozrakhunok kysnevoho rezhymu pry biolohichnomu ochyshshchenni stichnykh vod v aerotenkakh-zmshuvachakh z zakriplenym i zvazhenym biotsenosom. [Calculation of the oxygen regime at biological sewage treatment in aerotanks-mixers with fixed and weighted biocenosis zom]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. №1(94). pp. 187-191.

4. Avramenko, Yu.O., Leshchenko, M.V. & Mahas, N.M. (2017) Uteplennia, remont ta rekonstruktsiia ploskykh pokryvel tsyvilnykh budivel: posibnyk [Insulation, repair and reconstruction of flat roofs of civilian buildings]. Poltava: TOV «Astraiа». 238 p.

5.Marker, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G. (2003) Bioindicators and biomonitors. Principles, concepts and application. *Handbook / ElsevierScienceLtd*. 1017 p.

6. Vavulo, N.M., Kharkovskiy, A.E, Zarypov, R.F., Rohachevskiy, O.L., Zhelnynskiy, V.A., Dehtiarev, Y.M., Lychyts, A.N., Fysiurenko, D.A. (2011) Remont y ekspluatatsiya rulonnykh krovel: Prakticheskoe posobyе dlia rabotnykov ZhKKh [Repair and operation of rolled roofs: A practical manual for housing and communal services workers]. M.; Spb.: OOO «ATM». 86 p.
7. Syvitski, J., Cohen, S., Miara, A., Best, J. (2019) River temperature and the thermal-dynamic transport of sediment. *Global and Planetary Change*. Vol. 178, 7/2019, pp. 168-183.
8. Elgueta, M., Astaburuaga, M., Hassan, A. (2019) Sediment storage, partial transport, and the evolution of an experimental gravel bed under changing sediment supply regimes *Geomorphology*. Vol. 330, 4, pp. 1-12.
9. Kehui, Xu, Samuel, J., Bentley, J., Day, W., Freeman, A. (2019) A review of sediment diversion in the Mississippi River Deltaic Plain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 5, pp. 235-241.
10. Kuprienko, P., Lapowska, S., Kuprienko, N. (2017). Nanommodified natural aluminum silicates in technology treatment of industrial waste and the production of building materials. *Underwater technologies*, Vol.05, pp.74-83.
11. Yarkyn, V.A., Epoian, S.M., Sukhorukov, H.Y. (2018) Opredelenye efektyvnosti raboty perehorodchatoho smesytelia korydornoho typu usoveshenstvovanoi konstruksyy [Determination of efficiency of work of a partition mixer of a corridor type of the advanced design] *Naukovyi visnyk budivnytstva*. T.91, №1. pp.210-214.
12. Epoian, S.M., Sukhorukov, H.Y., Yarkyn, V.A. (2016) Metod povysheniya efektyvnosti smesheniya pryrodnoi vody s reahentom y metodyka provedeniya yssledovanyi [The method of increasing the efficiency of mixing natural water with the reagent and the method of research]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. №1(83). pp.187-193.
13. Proskurnyn, O.A., Zakharchenko, N.Y., Kapanyna, O.Y. (2018) Normyrovanye sostava teploobmennyykh stochnykh vod [Background of the heat exchange composition]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. №4(92). pp. 226-231.
14. DBN V.2.6-220:2017 Pokryttia budivel i sporud. [DBN B.2.6-220: 2017 Covering of buildings and structures]. K.: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku ta budivnytstva Ukrainy, 2017. 43 p.
15. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. [DSTU-N B V.1.2-18: 2016. Guidelines for inspection of buildings and structures to determine and evaluate their technical condition]. K.: DP «UkrND-NTs», 2017. 45 p.

***В.И. Доненко, О.М. Назаренко, И.А. Назаренко, М.П. Марченко, В.П. Сулима***

***Технические преимущества системы седиментационного восстановления сточных вод города***

*Работа проектирует систему производственных компонентов городской инфраструктуры для создания энергоэффективного города. Исследована гидравлические, гидрологические, теплообменные процессы взаимодействия водной структуры и элементов очистных конструкций для центробежного осаждения взвешенных веществ. Рассчитаны в зависимости от степени*

загрязнения аппараты для восстановления ресурса. Исследована продолжительность операций восстановления. Определены технологический цикл восстановления повторной воды и количество циклов кавитационного генератора управляемого кондиционирования условно чистых и грязных вод. Исследованы аппараты обратного осмоса для восстановления условно чистых вод. Категоризированы потенциальные стоки промышленных вод по целесообразности восстановления. Получены образцы экспериментальных осадков для нужд строительного хозяйства при рабочих и сверхкритических режимах работы технологической цепочки. Разработана математическая модель продуктивности капельного орошения агроцентров в условиях засухи повторной водой.

**Ключевые слова:** *повторные воды, аккумулярование, кавитационный генератор, взвешенные вещества, механическая эрозия, водный баланс, температура, система.*

***V.I. Donenko, O.M. Nazarenko, I.A. Nazarenko, M.P. Marchenko, V.P. Sulima  
Technical advantages of the city sedimentation water reconstruction system***

*The work designs a system of production components of urban infrastructure to create an energy efficient city. Hydraulic, hydrological, heat exchange processes of interaction of water structure and elements of treatment structures for centrifugal deposition of suspended matter have been investigated. Depending on the degree of contamination, devices for resource recovery are calculated. The duration of recovery operations was investigated. The technological cycle of re-water recovery and the number of cycles of cavitation generator for controlled conditioning of conditionally clean and dirty waters have been determined. Reverse osmosis devices for the recovery of conditionally pure water have been investigated. Categorized potential effluents of industrial waters as appropriate for restoration. Samples of experimental sediments for the needs of the construction industry at operating and supercritical modes of operation of the technological stream were obtained. A mathematical model of the productivity of irrigation of agro-centers in drought conditions with drip irrigation by repeated water has been developed.*

**Keywords:** *recurrent water, accumulation, cavitation generator, suspended matter, mechanical erosion, water balance, temperature, system.*

***Посилання на статтю***

**APA:** Donenko, V.I., Nazarenko, O.M., Nazarenko, I.A., Marchenko, M.P. & Sulima, V.P. (2020). Technical advantages of the city sedimentation water reconstruction system. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 45, 26–36.

**ДСТУ:** Доненко В.І. Технічні переваги системи седиментаційного відновлення стічних вод міста [Текст] / В.І. Доненко, О.М. Назаренко, І.А. Назаренко, М.П. Марченко, В.П. Суліма // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 45. – С. 26–36.