

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»

**МАЦАК АНТОН ОЛЕКСАНДРОВИЧ**



УДК 504.06; 628.31

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ  
ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ДОЦОВИХ СТІЧНИХ ВОД З УРБАНІЗОВАНИХ  
ТЕРИТОРІЙ**

Спеціальність 21.06.01 – Екологічна безпека

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, м. Харків

**Науковий керівник:** кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник  
**Горбань Наталія Сергіївна**,  
Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», завідувач лабораторії міських та виробничих стічних вод

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Юрченко Валентина Олександрівна**,  
Харківський національний університет будівництва та архітектури Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та інженерної екології, м. Харків.

кандидат технічних наук  
**Серікова Олена Миколаївна**  
Національний університет цивільного захисту України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій,  
старший викладач кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища

Захист відбудеться «25» березня 2021 р. о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.812.01 у науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» за адресою: 61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6) та на сайті: <http://www.niier.kharkov.ua/>

Автореферат розісланий «        » лютого 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Н. С. Цапко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Дощові стічні води (ДСВ), що формуються на території міст та промислових підприємств, є одними із факторів інтенсивного забруднення природних водних об'єктів. На даний час стратегія відводу та систематизації ДСВ в Україні до кінця не сформована, а нормативна база потребує подальшого вдосконалення. Відведення поверхневого стоку з урбанізованих територій пов'язано з багатьма факторами і особливо проблематично на територіях, де відсутня або до кінця не узгоджена система каналізаційних споруд. Потрапляння даного типу стічних вод (без очищення) у водні об'єкти призводить до погіршення екологічного стану водойм. Кількість науково-технічних робіт, присвячених даній тематиці, зростає з кожним роком, але для формування загального підходу поводження з ДСВ для України залишається недостатньою. На сьогоднішній день, сучасний стан українських міст, неможливість перебудови та модернізації територій, велика кількість водонепроникних поверхонь надзвичайно загострює актуальність питання розробки нових підходів щодо проблеми відводу та очищення ДСВ.

Головними компонентами ДСВ з урбанізованих територій є завислі речовини, розчинна органічна складова за ХСК, нафтопродукти різноманітного походження та загальний мінеральний склад. Згідно екологічного законодавства України, вся вода, що формується на території водозбірної території, є стічною водою і тому розглядати її треба як вагомий чинник забруднення навколишнього середовища. Наразі регулювання й відведення ДСВ з територій міст і промислових підприємств та їх скид у природні водойми зазвичай виконується без належного очищення.

Сучасні методи очищення та відведення ДСВ як в Україні так і в країнах світу показали, що використання методів, наближених до природних процесів фільтрації ДСВ, є одним із пріоритетних напрямків поводження з даним типом стічних вод. Таким чином, актуальність роботи визначається необхідністю підвищення рівня екологічної безпеки природних водних об'єктів за рахунок очищення ДСВ, що надходять з урбанізованих територій.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в лабораторії міських та виробничих стічних вод науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» згідно держбюджетної теми «Розробка нормативного документу ДСТУ 8691:2016 «Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення ДСВ у водні об'єкти» (№ держреєстрації 0115U004537), та господарсько-договірних робіт з ЧАО «Філіп-Морріс Україна» (№ 1200/1.6 від 25.12.2013 р.).

**Метою** дисертаційної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки водних об'єктів шляхом впровадження методів регулювання поверхневого стоку та заходів очищення ДСВ з урбанізованих територій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішували наступні **задачі**:

- провести аналіз формування і методів поводження з ДСВ, що утворюються на територіях міст та промислових підприємств, визначити головні забруднення та чинники, які впливають на їх вміст в ДСВ, та ефективність очищення ДСВ за допомогою фільтраційних методів;

- розробити методи оцінювання забруднення водних об'єктів та навколишнього середовища ДСВ з урахуванням коефіцієнта фільтрації ґрунтів на територіях, суміжних з урбанізованими (на прикладі м. Харків);

- проаналізувати існуючу систему класифікації урбанізованих територій за забрудненням дощового стоку та сформуванню нову класифікацію з урахуванням сучасного досвіду технічних рішень та статистичних матеріалів;

- провести аналіз існуючих систем очищення ДСВ та розробити принципові схеми очищення ДСВ для різних груп урбанізованих територій;

- науково обґрунтувати та розробити нові методи прогнозування забруднення дощового стоку з території водозбору з використанням як натурних так і розрахункових методів дослідження;

- обстежити ДСВ, що утворюються на територіях різних підприємств м. Харкова, оцінити вплив ДСВ на природні водні об'єкти та провести лабораторні дослідження очищення ДСВ з використанням різних фільтруючих насадок.

**Об'єктом дослідження** є процес забруднення ДСВ з різних груп урбанізованих територій.

**Предметом дослідження** є підвищення рівня екологічної безпеки водних об'єктів, шляхом зниження забруднення ДСВ з урбанізованих територій.

**Методи дослідження.** При виконанні роботи використовували методи аналізу сучасних теоретичних і експериментальних досліджень за проблемою регулювання та очищення ДСВ; аналітичне порівняння існуючих методик розрахунку поверхневого стоку (об'ємів формування стоку), експериментальне дослідження якості ДСВ, сформованих на території м. Харкова, за гідрохімічними показниками (вміст завислих речовин – гравіметрично, рН розчинів – електрометрично, вміст нафтопродуктів – спектрофотометрично); лабораторне експериментування з фільтраційного очищення ДСВ.

#### **Наукова новизна одержаних результатів:**

*Вперше:*

- теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено розроблений метод прогнозування екологічної небезпеки забруднення ДСВ, що відводяться з урбанізованих територій;

- для розрахунку забруднення ДСВ від дифузних джерел з територій, суміжних з урбанізованими, застосовано урахування коефіцієнтів фільтрації різних типів ґрунтів.

*Удосконалено* класифікацію урбанізованих територій за ступенем екологічної небезпеки забруднення ДСВ та рекомендовано принципові системи очищення поверхневих стічних вод для кожної групи територій.

*Набуло подальшого розвитку* застосування фільтруючих насадок (гранул пінополіуретану), на поглиблених ділянках рельєфу (мульдах), що підвищує очисні здатності фільтруючих споруд та зменшує негативний вплив ДСВ на водні об'єкти.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено спосіб локалізації та очищення ДСВ на поглиблених ділянках рельєфу, з використанням фільтруючих насадок (гранул пінополіуретану ТУ 6-5543-90) для підвищення швидкості інфільтрації та очищення ДСВ на поглиблених ділянках рельєфу (патент України на

корисну модель № 143085 від 10.07.2020). Розроблений спосіб очищення ДСВ впроваджено на території ПАО «Екопарк Фельдман», як один з вузлів очищення поверхневих стічних вод на території закладу (акт про впровадження від 23.09.2019). Розроблено нормативний документ ДСТУ 8691:2016 «Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення ДСВ у водні об'єкти», в якому використані матеріали дисертаційного дослідження.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні аналітичних і експериментальних досліджень, обробці отриманих результатів, розробці нових методів і впровадженні матеріалів досліджень. Основні ідеї, теоретичні положення, результати експериментальних досліджень, узагальнення та висновки дисертаційної роботи належать автору та представлені у роботах [1-12]. В роботах, що опубліковані у співавторстві, автору належить: у роботі [1] – сформована класифікація урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ; у роботах [2, 4] – обґрунтовано використання попереднього очищення дощових стічних вод перед подачею на очисні споруди та запропоновано сумісне очищення ДСВ на мульдах і на біореакторі повного витиснення; у роботі [3] – проаналізовано нормативні документи ЄС щодо регулювання поверхневого стоку; у роботі [6] – виконано патентний пошук, розроблено головні елементи та сформовано патент; у роботі [7] – проведені експериментальні дослідження очищення ДСВ з використанням різних фільтруючих насадок; [8] – виконано дослідження якості ДСВ та визначено вплив стоку на водний об'єкт; у роботі [9] – запропоновано метод оцінки об'єму поверхневого стоку перед подачею їх на очисні споруди; у роботі [10] – обґрунтовано використання методів, що наближені до природних процесів, для очищення поверхневого стоку; у роботі [11] – обґрунтовано використання відходів виробництва як фільтруючий матеріал при очищенні ДСВ; у роботі [12] – визначено метод очищення поверхневого стоку після лісових пожеж.

**Апробація результатів дисертації:** Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на міжнародних наукових конференціях: конференції “Integration processes and innovative technologies Achievements and prospects of engineering science”, (ХНАДУ, Харків 2015); Міжнародній науково-практичній конференції “ Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення ” (УКРНДІЕП, Харків, 2015), VII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology (Варшава, Польща, 2018), Third International Conference of European Academy of Science on the topic (Бонн, Німеччина, 2018), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика»(НЦЗУ, Харків, 2019).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 12 друкованих праць, у тому числі: 1 колективна монографія, 5 статей у наукових фахових виданнях (з них 2 статті у виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази SCOPUS), 1 патент України, 5 додаткових публікацій у журналах і матеріалах конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Обсяг дисертації складає 151 сторінок, у тому числі основний текст на 132 сторінках, 13 рисунків, 38 таблиць, список використаних джерел з 115 найменувань на 12 сторінках, 2 додатків на 5 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів дисертації, викладені основні положення дисертації, особистий внесок автора та апробація результатів роботи.

У першому розділі проведено огляд літературних джерел та робіт закордонних і вітчизняних вчених щодо процесу утворення та складу ДСВ на території міст та промислових підприємств. Значний вклад у вивчення процесів формування та очищення ДСВ був зроблений такими вченими як: Хват В.М., Діренко Г.О., Молоков М.В., Шифрін В.Н., Шигорін Г.Г., Горбачев П.Ф. та Рокшевська А.В., Thomas Liptan, Rodger Griffin, Clair Welty та ін.

Аналіз джерел дозволив встановити, що головними забруднювачами ДСВ є завислі речовини (на рахунок яких припадає до 80% забруднень, що виносяться зі стоком), органічна складова за ХСК, нафтопродукти та мінеральні речовини. Ці чотири компоненти забруднень є універсальними для визначення забрудненості поверхневого стоку з території більшості міст та промислових підприємств.

За рахунок щільності забудови урбанізованих територій існує потреба в компактних системах локалізації та очищення ДСВ. Більшість сучасних систем очищення ДСВ спрямовано на акумулювання або відведення даного типу стічних вод у локальну каналізаційну мережу і зовсім не враховують інфільтраційні методи очищення з використанням фільтруючих здатностей ґрунтів. Визначено головні принципові схеми та елементи таких споруд (фільтраційні шахти, мульди, дренажні канали та ін.), та визначена можливість їх використання на урбанізованих територіях (рис. 1.)

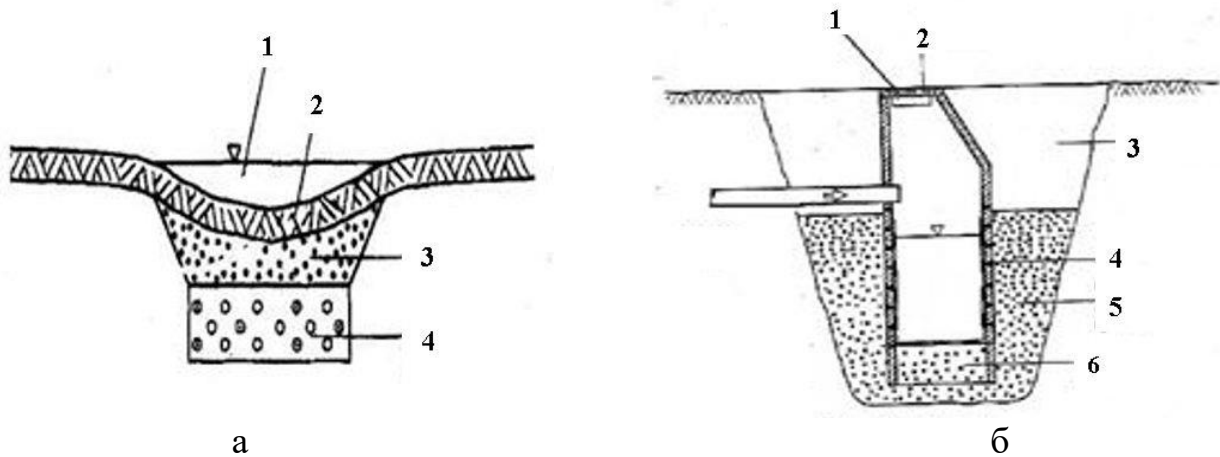


Рисунок 1 – Інфільтраційні системи очищення ДСВ

а – мульда: 1 – шар води, 2 – шар ґрунту, 3 – шар піску;

б – фільтруюча шахта: 1 – грязевловлювач, 2 – кришка з отворами, 3 – забутування, 4 – фільтруючий мішок, 5 – пісок та дрібний гравій, 6 – шар піску.

Проаналізовано вітчизняні і міжнародні нормативні документи щодо поводження з ДСВ. Встановлено, що сучасні класифікації урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ мало уваги приділяють ДСВ на міських територіях з водопроникними поверхнями, не враховуються фільтруючі здатності ґрунтів на

територіях збору ДСВ та очищення ДСВ на щільно-забудованих урбанізованих територіях. Відмічено, що використання методів, наближених до природних процесів фільтрації та акумулювання дощового стоку, є головним напрямком в багатьох країнах світу щодо поводження з ДСВ, які формуються на урбанізованих територіях.

На підставі проведеного аналізу науково-технічних матеріалів та даних сформульовано задачі із зменшення впливу ДСВ, що утворюється на урбанізованих територіях, на природні водні об'єкти.

У другому розділі розроблено метод оцінювання забруднення водних об'єктів та навколишнього середовища ДСВ з урахуванням коефіцієнта фільтрації ґрунтів на територіях, суміжних з урбанізованими, проаналізовано вплив ДСВ (що утворюється на різних промислових підприємствах) на водні об'єкти (водойми охолоджувача ТЕЦ 5 та р. Рудка), удосконалена класифікація урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ з відповідними принциповими системами очищення ДСВ.

Проаналізовано основні фільтраційні параметри ґрунтів характерних для Харківської області. Встановлено, що головними утворюючими ґрунтами в цьому регіоні є: чорноземи типові (39,4%), чорноземи звичайні глибокі (34,6%), чорноземи звичайні (11,7%) та чорноземи опідзолені (6,4%) з коефіцієнтами фільтрації 0,43 м/доб., 0,45 м/доб., і 0,19 м/доб. відповідно.

Об'єм стоку, що формується на водозбірній території, розраховували з використанням формули 1, що наведена у ДСТУ 8691:2016 «Стічні води. Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти»:

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot Y_d \cdot F, \quad (1)$$

де,  $W_d$  – об'єм дощових стічних вод, м<sup>3</sup>;

$h_d$  – висота шару дощу за відповідний період, мм;

$Y_d$  – коефіцієнт стоку ДСВ;

$F$  – площа водозбірної території, га.

Дана формула визначає об'єм ДСВ та може використовуватись лише на урбанізованих територіях і зовсім не враховує уклін поверхні та фільтраційну здатність ґрунтів.

Для більш точного визначення кількості ДСВ запропоновано використання розрахованого коефіцієнту фільтрації ДСВ -  $K_i$  (м/год.) (формула 2) для ділянок, суміжних з урбанізованими територіями:

$$K_i = (t_d \cdot K_\phi) / 24, \quad (2)$$

де,  $t_d$  – тривалість випадіння дощу, год.;

$K_\phi$  - коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/доб.

24 – перерахунковий коефіцієнт.

Таким чином, використовуючи запропонований коефіцієнт інфільтрації та час добігання стоку по поверхні, вдосконалено розрахункову формулу для визначення обсягів ДСВ, що відводяться на території суміжні з урбанізованими (формула 3)

$$W_i = (t_c \cdot K_i \cdot F_c) / t_d \quad (м^3), \quad (3)$$

де,  $W_i$  – об'єм стоку, що інфільтрується до ґрунту, м<sup>3</sup>;

$t_c$  – час добігання ДСВ на кожні 100 м, хв;

$K_i$  – коефіцієнт фільтрації ДСВ, м/год;

$F_c$  – площа не урбанізованої (суміжної) території, м<sup>2</sup>;

$t_d$  - тривалість випадіння дощу, хв.

На сьогодні градація урбанізованих територій за забрудненістю ДСВ не має чітких визначень та формується на базі натурних досліджень. Єдиним нормативним документом, що досі діє в Україні та містить поділ територій за забрудненістю ДСВ, є «Тимчасові рекомендації щодо проектування споруд для очищення поверхневого стоку з території промислових підприємств та розрахунку випуску його у водні об'єкти», розроблені у 1982 р. Даний документ розглядає в якості об'єктів лише території промислових підприємств та зовсім не враховує території житлових й рекреаційних зон.

При вивченні ДСВ, що утворюються на територіях виробничих підприємств м. Харкова, автором вдосконалено класифікацію урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ (табл. 1), та запропоновані принципові схеми поводження з ДСВ та їх очищення ДСВ (рис. 2).

Таблиця 1 – Групи урбанізованих територій з відповідними значеннями показників забруднення.

Група	Водозбірна територія	Показники у дощовій стічній воді				
		Завислі речовини	БСК <sub>5</sub>	ХСК	Нафтопродукти	Свинець мг/дм <sup>3</sup>
I	Чисті ділянки території, до яких входять зелені насадження, парки, зони відпочинку, спортмайданчики	200-300	20-25	100-200	Відсутні	-
II	Ділянки упорядкованої території, з забудовою одно- та багатоповерховими будинками і дорогами місцевого значення, що мають організоване водовідведення	400-1000	30-50	150-300	5-10	-
III	Торгівельні центри, ринки, центральні вулиці, площі, ділянки, що забудовані громадськими будинками та спорудами	1200-1800	60-100	200-800	10-15	-
IV	Магістральні вулиці та дороги загальноміського, районного значення, дороги вантажного руху.	1500-2000	50-100	250-450	15-30	0,01-0,2
V	Швидкісні автомобільні дороги	800-1500	40-90	150-300	15-30	0,05-0,2
VI	Території промислових підприємств, стік з яких ДСВ за своїм хімічним складом та умовами формування походить на стік з I - III територій;	500-2000	100	300	10-30	-
VII	Території промислових підприємств або їх окремі ділянки, на яких не вдається запобігти накопиченню на поверхні речовин техногенного походження з токсичними якостями чи значної кількості органічних речовин, які обумовлюють високі значення ХСК і БСК <sub>5</sub>	500-2000	100	300	30-70	-



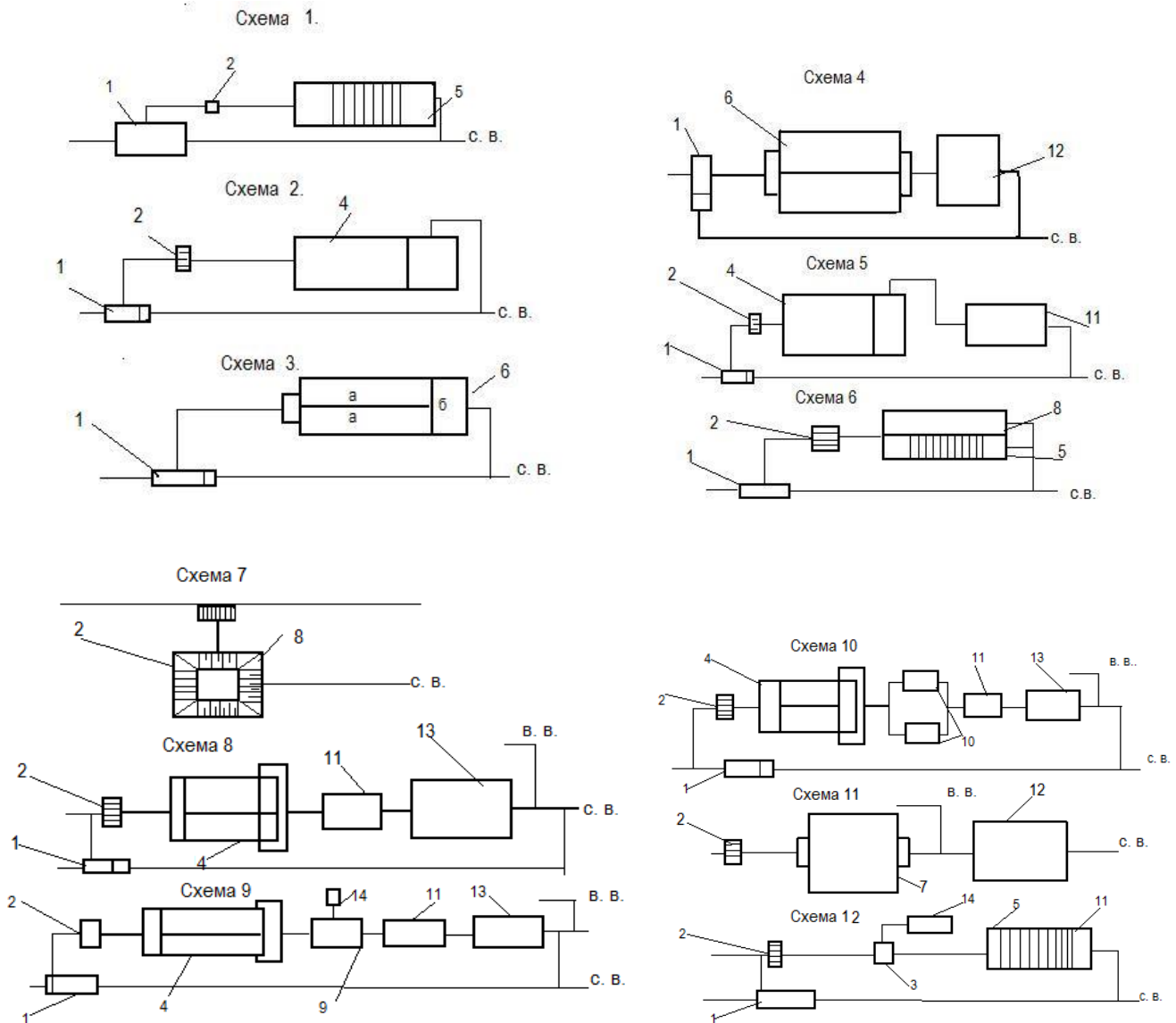


Рисунок 2– Принципові схеми очищення ДСВ

- 1 – розподільча камера;
- 2 – ґрати;
- 3 – змішувачі;
- 4 – акумулююча ємність;
- 5 – проточний відстійник з тонкошаровими елементами;
- 6 – ставок-відстійник, а) приймальна секція, б) секції додаткового відстоювання;
- 7 – накопичувач;
- 8 – фільтруючий накопичувач;

- 9 – споруди напірної флотації;
- 10 – споруди електрокоагуляції;
- 11 – фільтри доочищення;
- 12 – біологічний ставок з вищою водною рослинністю;
- 13 – резервуар очищеної води;
- 14 – блок підготовки реагентів;
- с.в – скид у водний об'єкт;
- в.в. – використання у системі виробничого водопостачання підприємств.

Дана класифікація включає в себе подільність на сім груп урбанізованих територій по якості ДСВ, що утворюються на водозборі. Кожна група характеризує відповідну урбанізовану зону з характерною забудовою, призначенням та рівнем благоустрою. Показники забруднення ДСВ є відповідними характеристиками

забрудненості самої території формування ДСВ і представлені усередненими значеннями.

Для кожної групи класифікації були розроблені принципові схеми очищення ДСВ, що відводяться з території формування ДСВ. Дані схеми включають в себе: споруди механічного очищення (розподільча камера; акумулююча ємність; проточний відстійник з тонкошаровими елементами; змішувачі та ін.) для ДСВ, що відводяться з I-III груп територій; фізико-механічного очищення (фільтруючий накопичувач, секції додаткового відстоювання) для IV-V груп; фізико-хімічного очищення (споруди напірної флотації; споруди електрокоагуляції; фільтри доочищення та ін.). Доведено, що використання біологічних ставків з вищою водною рослинністю, як елемента доочищення ДСВ, стає доцільним на територіях підприємств з площами 30-100 га

Науково обґрунтовано прогнозування забрудненості дощового стоку на базі спеціального аналізу пилу, що збирається в лотковій частині автомобільних доріг (аналіз полягав в роздільному дослідженні водних екстрактів пилу фракцією  $\leq 10^{-5}$  м та екстрактів пилу у чотирьоххлористому вуглеці.

За даними Хвата В. М. та Прими М. Г. та даними власних лабораторних досліджень визначено, що саме на цій поверхні накопичується до 90 % домішок, які виносяться зі зливовим стоком під час випадіння дощу. Також встановлено, що фракція цього пилу  $\leq 100$  мкм адсорбує 80% органічних домішок та є основним забруднювачем при змиванні дощовим стоком з автомобільних доріг. При виконанні дисертаційного дослідження, для прогнозних розрахунків, використовували величину питомого накопичення твердих часток –  $F_{тч}$ , кг/м<sup>2</sup>, біля бордюрів або дорожніх водостічних лотків за запропонованою формулою (4).

$$F_{тч} = \left( \frac{M_c \cdot K_c}{n_d} \right) / d, \quad (4)$$

де  $M_c$  – маса відібраної проби, кг;

$K_c$  – питомий вміст часток  $\leq 0,01$  мм;

$n_d$  – кількість ділянок відбору;

$d$  - кількість днів після останнього дощу

Для визначення середньої маси специфічних компонентів, накопичуваних в пилу з лоткової частини доріг автомобільної за один день (важкі метали, нафтопродукти та ін.) ( $F_{сп}$ , кг), була розроблена формула (5):

$$F_{сп} = \frac{F_{тч} \cdot T_{спi}}{100} \quad (5)$$

де  $T_{спi}$  – процентний вміст і-го специфічного компоненту в частках розміром  $\leq 0,01$  мм, %.

Таким чином, прогнозні концентрації забруднюючих речовин у ДСВ  $C_{сп}$  (кг/м<sup>3</sup>) за період одного дощу можна розраховувати згідно формули (6):

$$C_{сп} = \frac{F_{сп}}{W_d} \quad (6)$$

Урахування інфільтраційних властивостей ґрунтів дасть змогу більш точно визначати обсяги ДСВ, які будуть відводитися на суміжні із урбанізованими території та кількості забруднень, що виноситися з поверхневим стоком. Удосконалена класифікація урбанізованих територій може використовуватись як база для багатьох робіт щодо регулювання та моніторингу ДСВ і особливо при проектуванні каналізаційних мереж. Прогнозування забрудненості ДСВ дає змогу більш чіткого контролю виконання екологічного законодавства на урбанізованих територіях.

У **третьому розділі** на базі запропонованої формули (2) розраховані коефіцієнти фільтрації ДСВ –  $K_f$  (м/год.) для деяких типів ґрунтів (на прикладі Харківської області) табл. 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти фільтрації ДСВ

Тип ґрунтів	Кф, м/доба	Тривалість випадіння дощу ( $t_d$ ), год.			
		0,25	0,5	0,75	1,0
		Коефіцієнт фільтрації ДСВ ( $K_f$ ), м/год.			
Чорноземи глибокі на лесових породах	0,19	0,002	0,004	0,0059	0,0079
Опідзолені ґрунти переважно на лесових породах	0,43	0,0045	0,009	0,0134	0,0179
Лучні ґрунти	0,45	0,0047	0,0094	0,0141	0,0188

При обстеженні виробничих підприємств м. Харкова, на прикладі ДСВ, що утворюються на території Харківського авіазаводу (ХАЗ) та удосконаленої формули (3) зроблено розрахунок виносу забруднюючих речовин на суміжну територію (табл. 3).

Таблиця 3 – Річні обсяги забруднюючих речовин, що виносяться з території Харківського авіазаводу на суміжну територію

Показник забруднення ДСВ	Загальна кількість забруднень, що утворюється на водозборі ХАЗ, кг/рік	Маса забруднень, що інфільтруються на неурбанізованій території, кг/рік	%
Завислі речовини	13 632	327	2,4
ХСК	11 900	306	2,6
Нафтопродукти	127	16	12,6

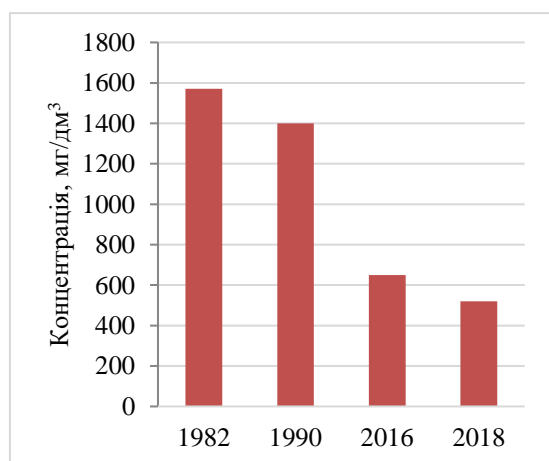
Проаналізовано вплив ДСВ, що надходять у водойми Харківського району з території промислових підприємств. У водоймі охолоджувач ТЕЦ 5 (р. Уди) Харківської області виявлено перевищення (нижче точки скиду на 50 м) показників забруднення за завислими речовинами у 16 разів, за ХСК – у 6 та за БСК – у 7 разів, в порівнянні з контрольною пробою, що була відібрана на відстані 100 м вище точки скиду (табл.4). У р. Рудка (с. Комунар) не виявлено значних коливань показників (нижче точки скиду на 40 м) в порівнянні з контрольною пробою (400 м вище точки скиду). Виявлено перевищення концентрацій за ХСК у 1,5 разів та за завислими речовинами у 2,6 разів у точці скиду ДСВ, в порівнянні з контрольною пробою.

Таблиця 4 – Вплив ДСВ з території підприємства на гідрохімічний склад води

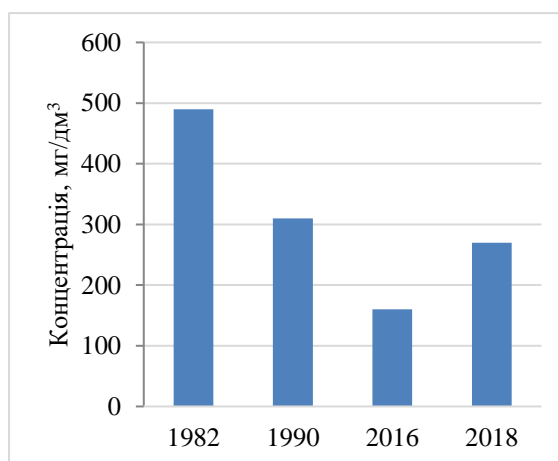
## водойми охолоджувача ТЕЦ 5

Показники забруднення	Місця відбору проб з водойми охолоджувача ТЕЦ 5		
	100 м вище точки скиду	50 м нижче точки скиду	випуск ДСВ
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	15	505	1590
ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	68	280	620
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	< 0,1	0,03	18
Солевміст, мг/дм <sup>3</sup>	34	42	120

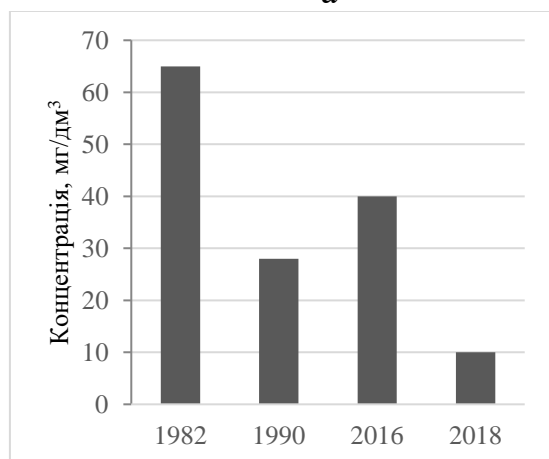
Проаналізовано склад ДСВ, що утворюється на територіях різних виробничих підприємств м. Харкова та області (рис.3). Для цього були використані дані науково-технічної літератури (1982, 1990 рр.), а у 2016-2018 роках відбирали проби води та виконували їх гідро-хімічний аналіз. Порівняння даних щодо якості ДСВ в динаміці, дозволило встановити, що їх забруднення в цілому зменшується. За завислими речовинами – майже у 3,5 рази, за ХСК – у 2 рази, за мінеральними речовинами – у 6 разів (рис. 3)



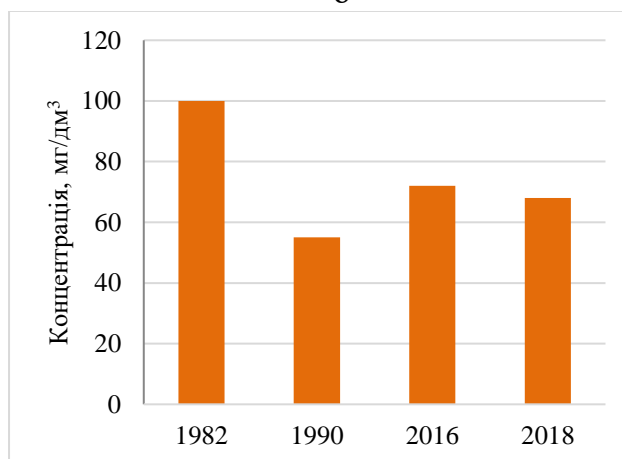
а



б



в



г

Рисунок 3 – Динаміка показників забруднення ДСВ з території виробничих підприємств м. Харкова в різні періоди. (а – завислі речовини, мг/дм<sup>3</sup>; б – ХСК, мгО/дм<sup>3</sup>; в – нафтопродукти, мг/дм<sup>3</sup>; г – солевміст, мг/дм<sup>3</sup>)

Проведено апробацію ефективності очищення ДСВ фільтруванням при використанні різних фільтруючих насадок (базальтова крихта, гранули пінополіуретану (ППУ), деревинна тирса і гранули вапняку) (рис. 4). Критерієм вибору найліпшого типу фільтруючих насадок були: ефект очищення, швидкість очищення, механічна стійкість і стійкість до коливань температур, можливість регенерації та економічна доцільність. Подачу ДСВ на очищення в установку здійснювали зверху з однаковою швидкістю.

У ході лабораторних досліджень ефективності очищення ДСВ на лабораторній установці з використанням різних фільтруючих насадок встановлено, що максимальне зменшення забрудненості очищених ДСВ за завислими речовинами може досягати 98 % (ППУ, базальтова крихта), за ХСК – 86% (деревинна тирса), за нафтопродуктами – 98% (деревинна тирса) та за мінералізацією до 19% (гранули ППУ).

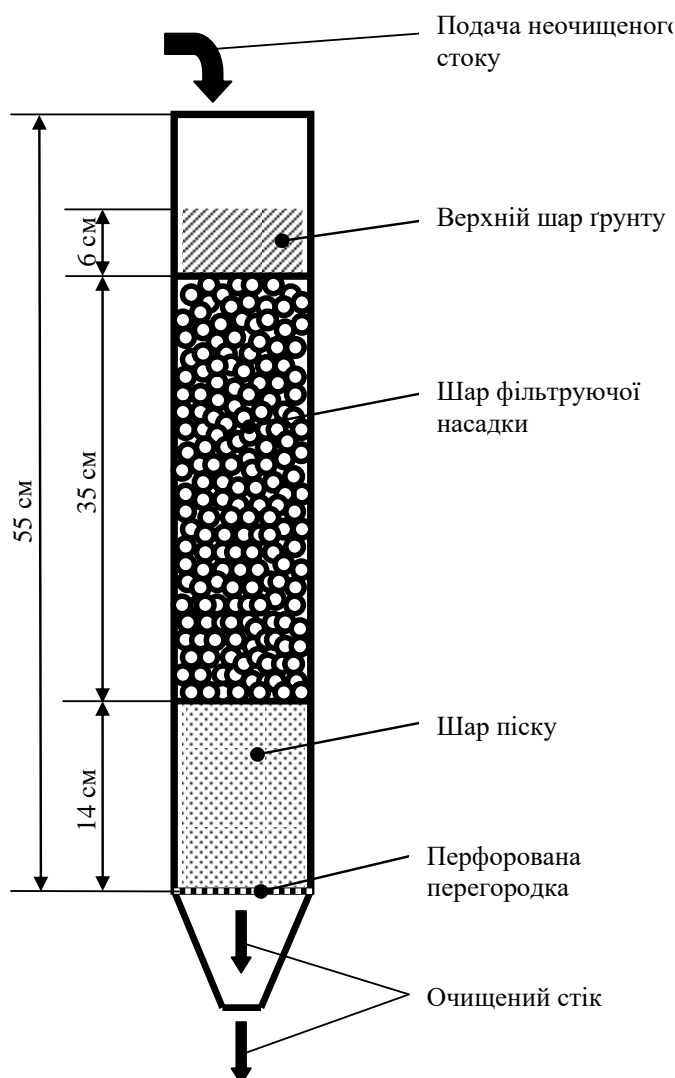


Рисунок 4 – Експериментальна установка для очищення ДСВ з використанням фільтруючих насадок

Виявлено, що використання гранул ППУ, як фільтруючої насадки, збільшує швидкість фільтрації ДСВ через лабораторну установку, в порівнянні з

використанням інших фільтруючих насадок (табл. 5). Ефект очищення при використанні гранул ППУ за завислими речовинами становить 98%, за ХСК 84%, за нафтопродуктами 97% та за солевмістом 19%. Регенерація гранул ППУ, в порівнянні з іншими фільтруючими насадками, є більш привабливою за рахунок їх механічної стійкості і зручності технології регенерації. Регенерація базальтової крихти та гранул вапняку є не вигідною з економічної точки зору, а тирси – неможлива.

Зменшення швидкості фільтрування після багаторазового використання фільтруючих насадок було обумовлено замулюванням верхнього шару насадок та їх кольматацією. Для зниження цього негативного впливу у роботі були запропоновані відповідні методи регенерації фільтруючих насадок та технологічні умови використання даного методу, а саме, необхідність періодичного догляду та формування рослинного покриву на поверхні верхнього шару ґрунту, який забезпечить більш естетичний вигляд та прискорить процеси фільтрації.

Таблиця 5 – Ефективність очищення ДСВ в лабораторній установці при використанні різних фільтруючих насадок

Показники фільтрування	Фільтруюча насадка			
	Гранули ППУ	Гранули вапняку	Базальтова крихта	Тирса
Час фільтрування, хв.	13	25	87	51
Швидкість фільтрування, дм <sup>3</sup> /хв.	0,19	0,1	0,029	0,05
Ефект очистки (%) за видаленням:				
завислих речовин	98	98	98	98
ХСК	84	59	69	86
Нафтопродукти	97	89	93	99
Солевміст	8,3	19	17	11

**Четвертий розділ** присвячено практичній розробці способу очищення ДСВ на поглиблених ділянках рельєфу урбанізованих територій з використанням фільтруючих насадок та розрахуванню еколого-економічної ефективності від впровадження даного способу.

З урахуванням експериментальних даних, розроблено інфільтраційний спосіб очищення ДСВ з використанням ефективних, екологічно безпечних і доступних з економічної точки зору фільтруючих насадок (гранул ППУ) як головного фільтруючого шару споруди (рис. 5), на який отримано Патент України № 143085 «Пристрій для очищення дощових і талих стічних вод». Експериментально встановлено оптимальні умови використання очисної споруди: температурний режим 22 – 26 °С, періодичне очищення верхнього фільтруючого шару (в залежності від складу ДСВ), догляд за зеленими насадженнями верхнього шару та сезонна регенерація фільтруючих насадок. Запропонований спосіб очищення ДСВ може бути безпосередньо впроваджений як на щільно забудованих урбанізованих територіях (міста, підприємства), так і на ділянках де відсутня або до кінця не сформована дощова каналізаційна мережа. Впровадженню розробленого способу очистки ДСВ на територіях підприємств сприяло розроблення в співавторстві нормативного

документу ДСТУ 8691:2016 «Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення ДСВ у водні об'єкти».

Оцінка екологічного ефекту від впровадження розробленого способу проведена на прикладі поводження з ДСВ, що утворюється на території підприємства тютюнової промисловості ЧАО «Філіп-Морріс Україна, яке знаходиться в с. Комунар (Харківський обл.). Усереднені значення складу ДСВ, що утворюються на території даного підприємства, та нормативні вимоги до водних об'єктів, що знаходяться на території міст України, представлено в табл. 6.

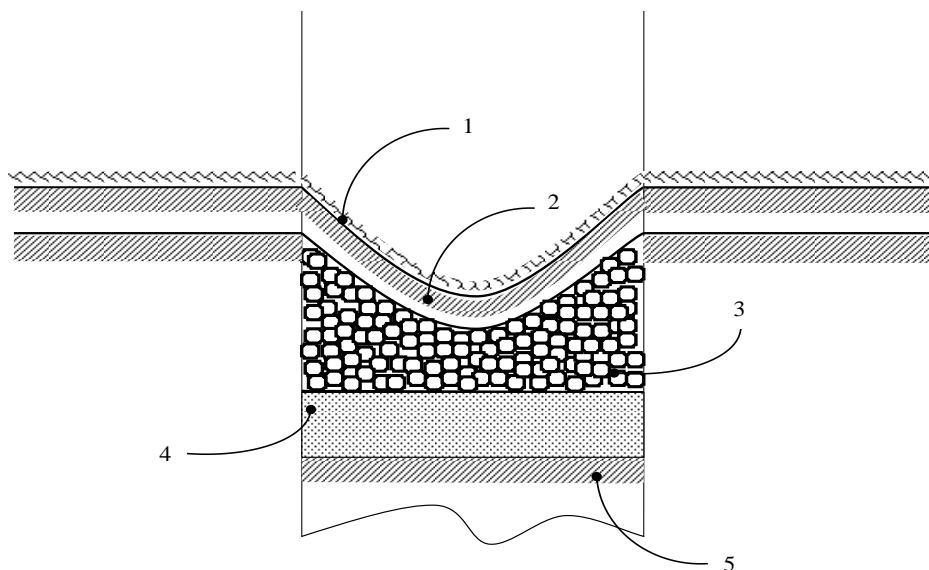


Рисунок 5 – спосіб очищення ДСВ на поглиблених ділянках рельєфу з використанням фільтруючих насадок: 1 – рослинний покрив, 2 – верхній шар ґрунту, 3 – фільтраційна ділянка; 4 – шар піщаної суміші, 5 – нижній шар ґрунту.

Таблиця 6 – Усереднені показники ДСВ з території ЧАО «Філіп-Морріс Україна»

Показники забруднення	ДСВ з території підприємства (колектор стічних вод)	Нормативи для купання, спорту та відпочинку населення, а також водойми в районі міста
рН	6,77	6,5-8
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	280	Не більше 0,75 від існуючого (18 мг/дм <sup>3</sup> )
ХСК, мгО/дм <sup>3</sup>	140	30

Оскільки впровадження розробленого методу дозволяє зменшити потрапляння забруднюючих речовин з ДСВ у водний об'єкт за завислими речовинами на 98%, за ХСК на 83,5%, то така обробка зменшить ХСК води до 23,1 мгО/дм<sup>3</sup>, концентрацію завислих речовин до 5,6 мг/дм<sup>3</sup>, тобто доведе ці показники до нормативного рівня. Впровадження методу передбачає очищення всього стоку, що формується на території підприємства з послідуєчим відводом каналізаційною мережею до р. Рудка.

Очікуваний економічний ефект від впровадження даного способу очищення ДСВ досягається за рахунок зменшення щорічного екологічного оподаткування та складає  $E = 10818$  грн./рік.

Результати дисертаційної роботи були впровадженні у систему очищення ДСВ з території ПАО «Екопарк Фельдман» як один з вузлів очищення (Акт впровадження від 23.09.2019).

Таким чином, впровадження розробленого способу очищення ДСВ на поглиблених ділянках рельєфу з використанням фільтруючих насадок на урбанізованих територіях має еколого-економічний ефект для виробничих підприємств, а розроблені нормативні документи дають змогу законодавчо впроваджувати «найкращі доступні технології» перехоплення ДСВ до надходження у водний об'єкт, що є додатковою перевагою запропонованого способу.

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною роботою, у якій розв'язане актуальне науково-прикладне завдання щодо обґрунтування та розробки технічних рішень по зниженню негативного впливу ДСВ з урбанізованих територій, на навколишнє природне середовище. Основні наукові та практичні результати полягають у наступному:

1. На підставі науково-технічних матеріалів досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених проведено аналіз формування та якісного складу ДСВ з урбанізованих територій та територій промислових підприємств. Встановлено, що головними компонентами забруднень, які формують склад ДСВ, є завислі речовини, органічна складова за ХСК, вміст нафтопродуктів та мінеральних речовин. Визначено, що на склад ДСВ головним чином впливає санітарний стан території водозбору, запилення приземного шару атмосфери та інтенсивність автомобільного руху. Проаналізовано сучасні інфільтраційні методи локалізації та очищення ДСВ.

2. Теоретично обґрунтовано та удосконалено метод оцінки надходження забруднюючих речовин з ДСВ у водні об'єкти з використанням коефіцієнту фільтрації ґрунтів на прикладі ДСВ м. Харкова. Використання удосконаленого методу дозволило розрахувати (на прикладі ДСВ, що утворюються на території ХАЗ) об'єми ДСВ, що будуть інфільтруватися на поверхнях територій, суміжних з урбанізованими.

3. Удосконалено класифікацію урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ з відповідними характеристиками якості ДСВ. Проаналізовано та запропоновано принципові схеми очищення ДСВ, що відводяться з різних груп урбанізованих територій. Розроблено нормативний документ ДСТУ 8691: 2016 «Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти»

4. Науково обґрунтовано та запропоновано метод прогнозування забрудненості ДСВ з території водозбору на базі відбору та аналізу проб пилу з поверхні лоткової частини автомобільних доріг (лотки, бордюри). Метод базується



на хімічному аналізі водних екстрактів цього пилу (часток розміром < 100 мкм) та екстрактів у чотирьоххлористому вуглеці.

5. Досліджено вплив ДСВ на санітарний стан водойм на прикладі Харківського району: водойми охолоджувача ТЕЦ 5 та р. Рудки. Виявлено негативний вплив надходження дощового стоку з території промислових підприємств на санітарний стан водойм: підвищення концентрацій завислих речовин у 16 разів, за ХСК – у 6 та за БСК – у 7. Проаналізовано склад ДСВ (на прикладі м. Харків), що утворюється на територіях різних виробничих підприємств Харкова та області та порівняно дані щодо якості ДСВ в динаміці, та встановлено, що їх забруднення зменшується за завислими речовинами – майже у 3,5 рази, за ХСК – у 2 рази, за мінеральними речовинами – у 6.

6. Експериментально доведено, що при очистці ДСВ в установці з різними фільтруючими насадками (базальтова крихта, гранули ППУ, деревинна тирса і гранули вапняку), найкращі результати (за показниками ефект очистки, швидкість фільтрування, регенераційна здатність, механічна стійкість при використанні, економічна привабливість і доступність) в цілому продемонструвала насадка з ППУ: виділення завислих речовин досягало 98%, за ХСК 84%, за нафтопродуктами 97%, і за солевмістом 8,3%.

7. Розроблено та запатентовано спосіб очищення ДСВ з використанням фільтруючих насадок (патент України № 143085 від 10.07.2020 р.). Очікуваний економічний ефект від впровадженого методу інфільтраційного очищення ДСВ з використанням фільтруючих насадок на території ПрАТ «Філіпп Морріс Україна» складає E = 10818 грн./рік.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

#### *Монографія:*

1. **Мацак А. О.** Аналіз сучасних методик оцінки впливу дифузних джерел забруднення поверхневих вод. *Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: колективна монографія*/ О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв – Національний університет цивільного захисту України. Харків, 2015. С. 233-259.

*Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:*

2. **Matsak A., K. Tsytlshvili, O. Rybalova, S. Artemiev, A. Romin, O. Chynchyk** Method of agricultural wastewater purification at trouthsand a biosorptionbioreactor. *Easter-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, №5. P. 15-24. (Стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз Scopus, Index Copernicus, Open Academic Journals Index, Ulrich's Periodicals Directory)

*Виконані мікробіологічні та хімічні аналізи поверхневого стоку та запропоновано сумісне очищення поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь і побутових або промислових стічних вод на мульдах з фільтруючими насадками і на біореакторі повного витіснення.*

3. **Matsak A.**, Grytsenko A., Rybalova O., Artemiev S. Using of Production Wastes in Stormwater Drainage Purification. *Materials Science Forum, Trans Tech Publications Ltd*, 2020 №6. P 194-201. (Стаття у науковому фаховому виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus)

*Визначено метод очищення поверхневого стоку після лісових пожеж. Метод базується на фільтрації поверхневого стоку крізь фільтруючі споруди з використанням фільтруючих насадок (гранул базальту).*

**Статті у наукових фахових виданнях України:**

4. Гриценко А. В., Горбань Н. С., Зинченко І. В., **Мацак А. О.** Аналіз нормативних вимог щодо відведення та очищенню дощових стічних вод в Україні та країнах ЄС. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки зб. наук. пр. УКРНДІЕП. Харків, 2013. С. 3-11.*

*Проаналізовано нормативні документи (директиви та законодавчі акти) країн ЄС щодо регулювання поверхневого стоку, та обґрунтовано використання найкращої доступної технології очищення та локалізації дощових стічних вод.*

5. Горбань Н. С., Зінченко І. В., **Мацак А. О.** Підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом використання методів попереднього очищення дощових стічних вод. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УКРНДІЕП Харків, 2015. С. 87-90.*

*Обґрунтовано використання попереднього очищення дощових стічних вод (на локальних очисних спорудах або пристроях) перед подачею їх на міські очисні споруди та використання їх в технологічних циклах підприємств.*

6. **Мацак А. О.** Методы прогнозирования загрязненности поверхностного стока. *Экология и промышленность. Харків, вип. № 3, 2019. С. 110-124.*

*Розроблено метод прогнозування забрудненості поверхневого стоку на базі відбору проб ґрунту з поверхні автомобільних доріг урбанізованих територій.*

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

7. Пат. 143085 Україна E03F 5/10 (2006.01), E03F 5/14 (2006.01), C02F 1/00 Пристрій для очищення дощових і талих стічних вод Патент України [Текст] / **Мацак А.О.**; Рибалова О. В.; Бригада О.В.; (Україна), заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № u202000541 заяв. 29.01.2020, опубл. 10.07.2020, бюл.№ 13/2020

*Здобувачем проведено експериментальні дослідження та науково обґрунтовано використання фільтруючих насадок (гранул пінополіуретану) в якості головного шару у пристрої очищення дощових стічних вод методом інфільтрації. Експериментально встановлені, оптимальні умови роботи, наведені принципова схема та можливі території застосування.*

8. **Matsak A.**, Tsytlshvili K. Using different filter media of stormwater treatment performace. *Norwegian Journal of development of the International Science*, №20, 2018. P. 19-23.

*Проведені експериментальні дослідження очищення дощових стічних вод на лабораторних фільтруючих спорудах з використанням різних фільтруючих насадок.*

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

9. Горбань Н.С., Зінченко І.В., **Мацак А.О.**, Аскретков Д.М., Філоненко Д. Р Influence of tobacco production factory territory runoff on the environment *Інтеграційні процеси та інноваційні технології. Досягнення та перспективи технічних наук (іноземними мовами): Збірник наукових праць ХНАДУ. Матеріали міжнародної конференції іноземними мовами, Харків, ХНАДУ, № 5, березень 2015. С. 128-133.*

*Виконано аналітичні дослідження якості дощових стічних вод та визначено вплив поверхневого стоку на водні об'єкти (р. Рудка), що скидається від підприємства виробництва тютюнової продукції.*

10. Бригада О. В., **Мацак А. О.**, Жук В. М., Рибалова О. В. Визначення впливу природних чинників на формування поверхневого стоку. *Proceedings of the VII International Scientific Practical Conference International Trends in Science and Technology Warsaw, Poland, November 30, 2018, №2 2018. P. 10-18*

*Обґрунтовано використання методів, що наближені до природних процесів, для очищення поверхневого стоку.*

11. Rybalova O.V., **Matsak A.O.** Natural methods of surface runoff treatment. *Third International Conference of European Academy of Science. Bohn, Germany, December 20-30, 2018, P. 85-86.*

*Запропоновано метод оцінювання об'єму поверхневого стоку з не урбанізованих територій з урахуванням коефіцієнту інфільтрації ґрунтів і рельєфу місцевості.*

12. Рибалова О. В., Маждеш А. А., **Мацак А. О.** Використання промислових відходів для очищення дощових стічних вод. *Матеріали міжнародна науково-практична конференція «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика». НУЦЗУ, Харків, 21-22 листопада 2019 року, с. 146-148.*

*Науково обґрунтовано використання відходів промислового виробництва (базальтова крихта, гранули пінополіуретану, деревинна тирса та гранули вапняку) як фільтруючий матеріал при очищенні поверхневого стоку методами фільтрації*

## АНОТАЦІЯ

**Мацак А.О.** – Підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом зменшення впливу дощових стічних вод з урбанізованих територій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», 2020.

Дисертацію присвячено теоретичному та науковому обґрунтуванню заходів, спрямованих на зниження рівня екологічно небезпечного впливу ДСВ, що утворюються на урбанізованих територіях (містах та промислових підприємствах), на водні об'єкти, шляхом локалізації та очищення.

Досліджено особливості відведення та регулювання поверхневого стоку та виявлено головні напрямки розвитку систем очищення даного виду стічних вод. Науково обґрунтовано та удосконалено метод оцінювання потрапляння

забруднюючих речовин на не урбанізованих територіях та визначено розрахункові параметри та розрахункові формули. Сформована нова класифікація урбанізованих територій за ступенем забрудненості ДСВ та запропоновані принципові схеми очищення стоку. Розроблено новий метод прогнозування забрудненості ДСВ за допомогою відбору проб пилу лоткової частини автодоріг.

Удосконалено метод локалізації та очищення ДСВ з використання фільтруючих насадок, який передбачає очищення ДСВ шляхом проходження стоку крізь фільтраційні шари з відведенням очищеного стоку дренажем або інфільтрацією у підземні горизонти.

Результати роботи впроваджені в систему очищення стічних вод ЧАО «Екопарк Фельдман (Харківська область, Дергачівський район, селище Лісне, вул. Київське шосе, 12), як один з етапів системи очищення. Реалізація розробленого методу дозволила забезпечити високу ефективність очищення та покращити екологічну ситуацію на території закладу.

За результатами дисертаційної роботи розроблено ДСТУ 8691:2016 «Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об'єкти»

Очікуваний економічний ефект від впровадженого методу інфільтраційного очищення ДСВ з використанням фільтруючих насадок, на території ПрАТ «Філіпп Морріс Україна» становить  $E = 10818$  грн./рік.

**Ключові слова:** урбанізовані території, ДСВ, водний об'єкт, забруднення, завислі речовини, технології очищення стічних вод, інфільтрація, фільтруючі насадки, екологічна безпека.

## ANNOTATION

**Matsak AO – Increasing of environmental safety of water bodies due to stormwater influence reducing from urban territories. – Manuscript.**

The dissertation on competition for a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialization 21.06.01 – ecological safety. – Scientific-research institution “Ukrainian Scientific-Research Institution of Ecological problems”, 2020.

The thesis is devoted to the theoretical and scientific substantiation of the methods, that aimed on the decreasing levels of the negative ecological impact of stormwater on water bodies, due to the treatment and localization, which forms on the urban territories (cities and production facilities).

The characteristics of drainage and regulation of the stormwater and general ways of the treatment systems for this kind of wastewaters have been studied. The method of estimation of the quantity of stormwater pollutants ingress to the nonurbanized territories and calculation parameters and formulas have been scientifically substantiated and improved. The new classification of urbanized territories due to the stormwater pollution concentration have been formed and principal schemes of the stormwater treatment for each group of the new classification have been proposed. The new method of stormwater pollution prediction by the dust sampling from roads tray have been developed.

The method of the stormwater localization and treatment with filtration nozzles have been improved. This process includes the stormwater treatment through the filtration layers

and with ongoing discharge of treated stormwater with drainage pipes or with infiltration to the ground. This method includes different types of the treatment process: adsorption of pollutants from stormwater discharge; biodegradation on biofilm which forms on the surface of filtration nozzles; anaerobic processes in lower levels of filtration device.

For obtaining best result, after implementation this method, general conditions should be followed. By experiments and laboratory experience, have been established that: most favorable temperature for the treatment process is 22-26 ° C; green upper layer should be without any dust and debris (regular obligatory maintain duties); regeneration of filtration nozzles (several times during warm seasons, depends on the stormwater territory formation); upper layer regular cleaning.

The results have been implemented into the wastewater treatment system of “Ecopark Fieldman” (Kharkivskiy district, Dergachivsky area, Lisne village, Kiyvske shosse st, 12), as one of the stage of the treatment system. The high efficiency of the treatment from this method implementation have allowed to improve the ecological state on the park territory.

By the results from the thesis the standard 8691:2016 “The Guidelines for establishing technological standards for rainwater wastewater discharge into water bodies” have been developed. This standard provides wide range of different approaches and methods which could help to regulate and control the quality of stormwater from urbanized territories. Prognosis of a stormwater quality could be used as monitoring factor for many ecological regulatory agencies and municipalities administrations.

The expected economical profit from implementation of the infiltration method of stormwater treatment with filtration nozzles use on the territory of Philip Morris Ukraine is  $E = 10818$  UAH / year.

**Keywords:** urban territories, stormwater, water body, pollution, suspended solids, wastewater treatment technologies, infiltration, filter nozzles, ecological safety.

