

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту  
навколишнього середовища**

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти**  
**за освітньою програмою «Техногенно-екологічна безпека»**  
**спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**  
**галузь знань 18 «Виробництво та технології»**

за темою: Розробка технології очищення стічних вод  
ДП «Завод порошкової металургії»  
(назва теми за наказом)

**РОЗРАХУНКОВО–ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НУЦЗУ.з18.5.16.ПМтаТЗНС.РПЗ-01  
(шифр)

**Керівник**

Доцент кафедри ПМ та ТЗНС  
(посада, вчений ступінь, звання, спеціальне звання)  
канд. техн. наук

Станіслав ДУШКІН

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Випускник**

Слухач групи ЗМТЗ-18  
курсант (студент, слухач)  
  
(звання)

Дарина ЛИП'ЯВКА

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Харків – 2020 р.

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 94 стор., 13 рис., 9 табл., 32 джерела.

**Об'єкт дослідження** – негативний вплив виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє природне середовище.

**Предмет дослідження** – система забезпечення екологічної безпеки виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії».

**Мета дипломної роботи** – підвищення рівня екологічної безпеки виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії» шляхом вдосконалення технології очищення стічних вод.

**Практична цінність та результати роботи** – оцінено вплив ДП «Завод порошкової металургії», розташованого у м. Бровари, на навколишнє природне середовище Київської області. Розроблено технологічний процес очищення стічних вод підприємства. В основу розробленої технології покладено принцип оборотного водопостачання.

Спроековано блок вертикальних відстійників для очищення стічних вод від твердих частинок та розрахунково досліджено вплив на процес його функціонування розмірів твердих частинок, що осаджуються.

Розроблено математичну модель процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії», яка дозволяє врахувати вплив розмірів твердих частинок, що осаджуються.

Запропоновано рекомендації щодо вдосконалення системи забезпечення екологічної безпеки підприємства.

Впровадження результатів дипломної роботи дозволить забезпечити нормативно встановлений рівень показників екологічної безпеки виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії».

## ABSTRACT

Qualification work: 94 pages, 13 figures, 9 tables, 32 sources.

**The object of research** is the negative impact of the production activity of the State Enterprise "Powder Metallurgy Plant" on the environment.

**The subject of research** – the system of environmental safety of production activities of SE "Powder Metallurgy Plant".

**The purpose of the thesis** is to increase the level of environmental safety of production activities of the State Enterprise "Powder Metallurgy Plant" by improving the technology of wastewater treatment.

**Practical value and results of work** – the impact of SE "Powder Metallurgy Plant", located in Brovary, on the environment of Kyiv region was assessed. The technological process of wastewater treatment of the enterprise has been developed. The developed technology is based on the principle of circulating water supply.

The block of vertical settling tanks for sewage treatment from solid particles is designed and the influence of the sizes of the deposited solid particles on the process of its functioning is calculated.

A mathematical model of the process of functioning of the block of vertical settling tanks in the wastewater treatment system of SE "Powder Metallurgy Plant" has been developed, which allows to take into account the influence of the sizes of precipitated solid particles.

Recommendations for improving the system of environmental safety of the enterprise are offered.

The implementation of the results of the thesis will ensure the normatively established level of environmental safety of production activities of the State Enterprise "Powder Metallurgy Plant".

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДП «ЗАВОД ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ» НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ .....</b>	<b>10</b>
1.1 Загальна характеристика району розташування підприємства.....	10
1.1.1 Географічна характеристика міста Бровари.....	10
1.1.2 Фізико-географічна характеристика Київської області.....	13
1.1.3 Кліматична характеристика міста Бровари.....	15
1.2 Основні чинники та критерії для визначення основних екологічних проблем Київської області. ....	15
1.3 Аналіз основних екологічних проблем Київської області.....	37
1.4 Джерела впливу ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє природне середовище .....	43
1.4.1 Стислий опис виробництва.....	44
1.4.2 Джерела формування екологічної небезпеки на підприємстві .....	47
<b>2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА .....</b>	<b>58</b>
2.1 Система управління екологічною безпекою ДП «Завод порошкової металургії».....	58
2.2 Стисла характеристика впливу підприємства на навколишнє природне середовище .....	60
2.3 Аналіз сучасних способів очищення стічних вод металургійних підприємств .....	63
2.4 Розробка технології очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії».....	69
<b>3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ БЛОКУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ У СИСТЕМІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....</b>	<b>72</b>
3.1 Розрахунок та проектування вертикальних відстійників .....	72

3.2	Моделювання залежності параметрів функціонування блоку вертикальних відстійників від розміру частинок, що вловлюються.....	76
3.2.1	Дослідження впливу розміру частинок на режим їх осаджування .....	77
3.2.3	Розробка математичної моделі процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії» .....	79
<b>4</b>	<b>РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА .....</b>	<b>84</b>
	<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>90</b>
	<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....</b>	<b>91</b>

## ВСТУП

Сучасний екологічний стан як у світовому масштабі, так і масштабі окремої урбанізованої території, викликає занепокоєння та має тенденцію до погіршення [1 – 10]. Це зумовлено еволюційним розвитком цивілізації, що супроводжувався невинним підвищенням рівня науково-технічного прогресу та бурхливим розвитком промислового виробництва. Це зумовлюється розширенням кола держав, у яких відкриваються нові види виробництв, проваджуються інноваційні технології, розробляються нові родовища сировини, розробляються і вводяться у дію екологічні нормативи [11 – 14]. Це призводить до пропорційного зростання кількості виробленої продукції, а значить і обсягів забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами та відходами, а також до подальшого виснаження невідновних природних ресурсів. Інтенсивна складова здебільшого зумовлюється загальним зростанням рівня життя людства та неодмінно пов'язане з цим зростання рівня попиту на промислову продукцію, товари народного споживання, продукти харчування, інформаційно-розважальний продукт тощо.

Державне підприємство «Завод порошкової металургії» являє собою одне з найбільших промислових підприємств міста Бровари, одного з найбільших виробників металургійної продукції на території України [15]. При цьому великим виробничим потужностям підприємства відповідає високий рівень негативного впливу на навколишнє середовище, причому на усі його компоненти – атмосферу, гідросферу й літосферу, а отже врешті решт і на біосферу, зокрема, флору, фауну та людину.

Вищенаведене створює потребу у всебічному аналізі аспектів негативного впливу виробничих підрозділів ДП «Завод порошкової металургії» на компоненти навколишнього середовища. На основі такого аналізу мають розроблятися нові чи модернізуватися існуючі технології захисту

навколишнього середовища, що втілюватимуться у формі конкретних систем та їх окремих компонентів.

Наведене вище зумовлює **актуальність** теми дипломної роботи.

**Об'єктом дослідження** є негативний вплив виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє природне середовище.

**Предметом дослідження** є технології захисту навколишнього середовища у системі забезпечення екологічної безпеки виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії».

**Метою дослідження** є підвищення рівня екологічної безпеки виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії» шляхом вдосконалення технології очищення стічних вод підприємства.

Для досягнення мети у роботі було поставлено та вирішено наступні **задачі**:

1. Оцінювання негативного впливу виробничої діяльності ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє середовище;
2. Розробка технології захисту навколишнього середовища за напрямом очищення стічних вод;
3. Моделювання впливу розміру твердих частинок на параметри функціонування блоку вертикальних відстійників;
4. Обґрунтування можливості впровадження розроблених природоохоронних заходів на підприємстві.

Під час виконання досліджень, представлених у цій дипломній роботі, застосовано наступні **методи**: – аналіз науково-технічної та нормативної літератури, основні положення дисциплін «Технології захисту навколишнього середовища», «Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки», «Системи управління екологічною безпекою».

**Наукова новизна результатів**, отриманих у дипломній роботі, полягає у наступному: розроблено математичну модель процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод

порошкової металургії», яка дозволяє врахувати вплив розмірів твердих частинок, що осаджуються.

**Практичне значення результатів**, отриманих у дипломній роботі, полягає у наступному.

1. Розроблено систему оборотного водопостачання ДП«Завод порошкової металургії», енергозберігаючий технологічний процес охолодження оборотних вод підприємства після їх очищення.

2. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення системи управління екологічною безпекою ДП «Завод порошкової металургії».

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційною роботою є рукопис, викладений на 94 стор., з яких 90 стор. основного тексту, та містить вступ, 4 розділи, висновки, список з 32 використаних джерел на 4 стор., містить 13 рисунків та 9 таблиць.



# **1 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДП «ЗАВОД ПОРОШКОВОЇ МЕТАЛУРГІЇ» НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

## **1.1 Загальна характеристика району розташування підприємства**

### **1.1.1 Географічна характеристика міста Бровари**

Державне підприємство «Завод порошкової металургії» розташоване на території міста Бровари, одного з районних центрів Київської області [16].

Київська область як адміністративно-територіальна одиниця в складі України утворилась 27 лютого 1932 року. Вона розташована на півночі України в басейні середньої течії Дніпра. Київщина займає площу 28,1 тис. км<sup>2</sup> (без м. Києва), що становить 4,7 % площі України (з м. Києвом – 28,9 тис. км<sup>2</sup>). Сусідніми регіонами України відносно до Київської області є Чернігівська область на сході, Житомирська область на заході, Черкаська область на півдні, Вінницька область на південному заході. На півночі Київська область межує з Білоруссю. Мапа Київської області за даними її екологічного паспорту [10] показана на рис. 1.1.

Площа території міста Бровари складає біля 34 км<sup>2</sup>. Чисельність населення становить 107 тис. осіб, щільність населення становить 3134 осіб/км<sup>2</sup>. Місто Бровари безпосередньо межує з територією міста Київ, знаходиться на південь від столиці України. Мапа міста, отримана з відкритого Internet-сервісу «Карти Google», наведена на рис. 1.2. На ній червоним колом позначено місце розташування підприємства.

Річок, що протікають містом Бровари, немає. Рельєф території міста можна охарактеризувати як нерівномірний. Розташування підприємства було проведене з урахуванням вказаних вище географічних особливостей території міста. Відповідно, для підприємства було обрано ділянку зі спокійним рельєфом, що не заважає виробничій діяльності. Супутникові знімки території підприємства, отримані з відкритого Internet-сервісу «Мета – Мапи України», наведено на рис. 1.3.



Рисунок 1.1 – Мапа Київської області за даними екологічного паспорту регіону [10]



Рисунок 1.2 – Супутниковий знімок території міста Бровари (місце розташування підприємства показано червоним КОЛОМ)



Рисунок 1.3 – Супутниковий знімок території  
ДП «Завод порошкової металургії»

Територія підприємства розташована у промисловій зоні міста, межує з іншими підприємствами, зокрема на сході розташований завод з виробництва пластмас, на півдні автосервісне підприємство «Бровакар», а з півночі – складські території.

### **1.1.2 Фізико-географічна характеристика Київської області**

При аналізі фізико-географічних даних щодо району розташування досліджуваного підприємства використовувалися дані, наведені в Екологічному паспорті Київської області [10].

Рельєф Київської області рівнинний із загальним похилом до долини Дніпра. Північна частина області лежить в межах Поліської низовини. На сході в межах області – частина Придніпровської низовини. Найбільш підвищені й розчленовані південна та південно-західна частини, зайняті Придніпровською височиною (висота біля 273 м над рівнем моря). Ґрунтовий покрив Київської області досить різноманітний. Найпоширенішими є чорноземи, площа яких становить близько 50% площі орних земель регіону. Ступінь розораності території перевищує 60%. Загальна площа лісів Київської області становить близько 649 тис. га. Для північної частини області характерні масиви хвойних і мішаних лісів, південна частина значною мірою розорана, на тих ділянках, які не зазнали сильного антропогенного впливу, переважають широколистяні ліси. Тваринний світ Київщини дуже різноманітний. Багатство видового складу пов'язане з тим, що область розташована на межі двох природних зон: північна частина розташована в зоні Полісся, південь області лежить у лісостеповій зоні. Природне середовище території Київщини протягом історичного часу відзначалося сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами.

Річки Київщини належать, переважно, до басейну Дніпра. Дніпро тече територією області в межах 246 км, його притоки – Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Рось, Десна і Трубіж. Природний режим річок значною мірою змінений, що пов'язано з їх зарегульованістю, наявністю великої кількості ставків і водосховищ. В області створено 58 водосховищ (без врахування дніпровських) з повним і корисним об'ємом відповідно 185,7 і 161,7 млн.м<sup>3</sup> води. Найбільшими є Київське та Канівське водосховища, більша частина площі яких розташована в межах території Київщини. В Київській області побудовано також 2389 ставків з об'ємом 259,1 млн.м<sup>3</sup>. Довжина берегової лінії річок і водойм в межах області складає 17,8 тис.км.

Клімат Київської області помірно континентальний, м'який з достатньою кількістю вологи.

Київщина – одна з провідних областей України. В регіоні зосереджена велика кількість промислових підприємств, об'єктів комунального господарства, магістралі міжнародного та загальнодержавного значення. Діяльність цього комплексу призводить до інтенсивного забруднення довкілля. Крім того, Київщина – одна з областей, що найбільше постраждали від Чорнобильської катастрофи. До значного виснаження навколишнього середовища, забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря і земель, нагромадження у великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних, відходів виробництва долучилося радіаційне забруднення. У комплексі заходів, спрямованих на охорону довкілля, виділяється кілька напрямків, серед яких охорона повітряного басейну, водних ресурсів, збереження ґрунтів та лісового фонду.

### **1.1.3 Кліматична характеристика міста Бровари**

Кліматичні характеристики міста Бровари згідно до інформації, наведеної на офіційному інформаційному сервері метеорологічної служби Meteoblue [17], представлено далі. На рисунку 1.4 показано розподіл значень температури у місті Бровари протягом року. На рисунку 1.5 показано розподіл кількості днів з опадами та без них у місті Бровари протягом року. Повторюваність напрямку вітру у місті Бровари показано на рисунку 1.6.

## **1.2 Основні чинники та критерії для визначення основних екологічних проблем Київської області.**

Основні чинники та критерії для визначення основних екологічних проблем Київської області пов'язані, в першу чергу, з:

1) забрудненням атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин від промислових підприємств та автотранспорту;

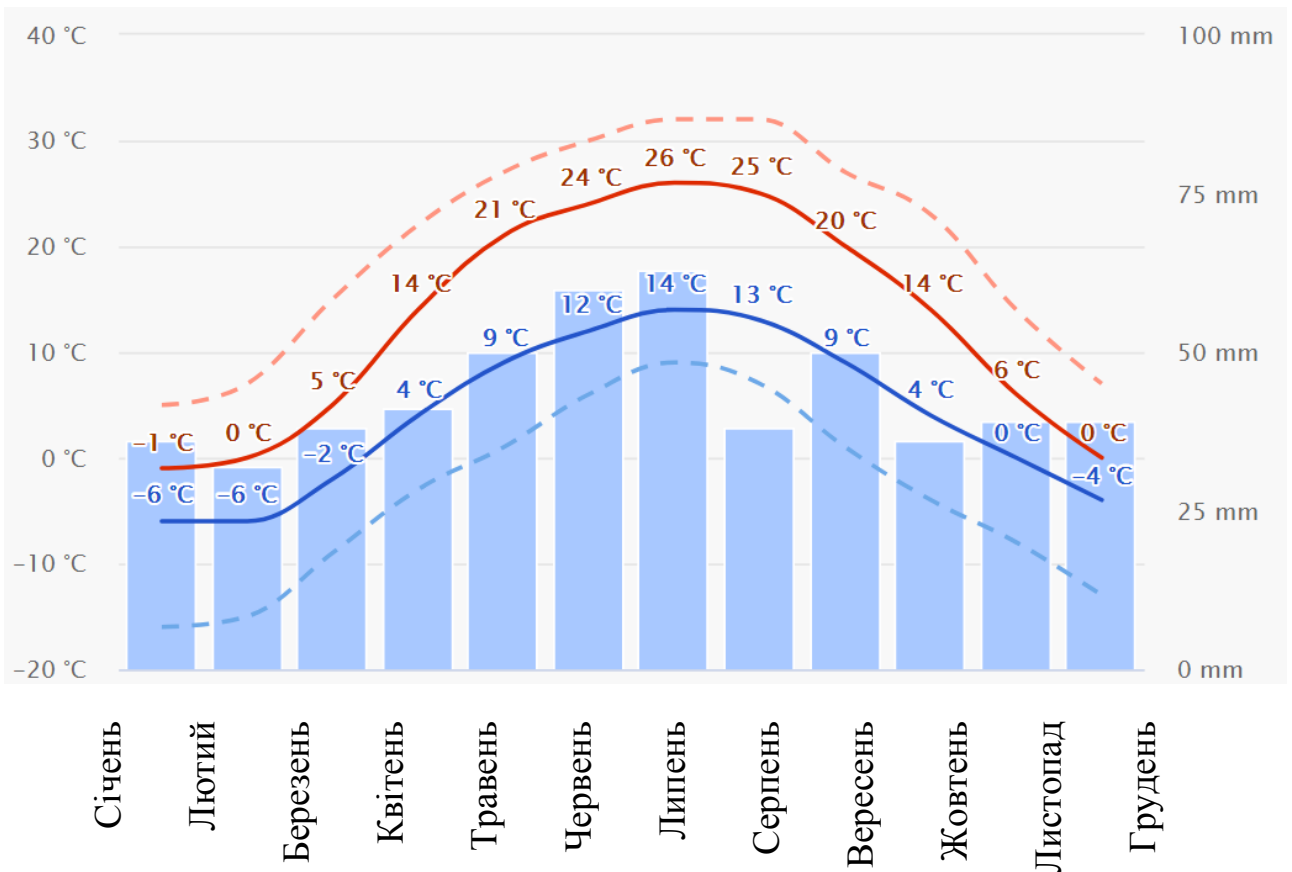


Рисунок 1.4 – Розподіл температур у місті Бровари [17]:

- опади;
- максимальна добова середня температура;
- - - спекотні дні;
- мінімальна добова середня температура;
- - - холодні ночі

Основними проблемами забруднення атмосферного повітря області продовжують залишатися:

- застарілі технології та устаткування, на базі яких функціонують підприємства, і які вже не в змозі забезпечити дотримання встановлених законодавством нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

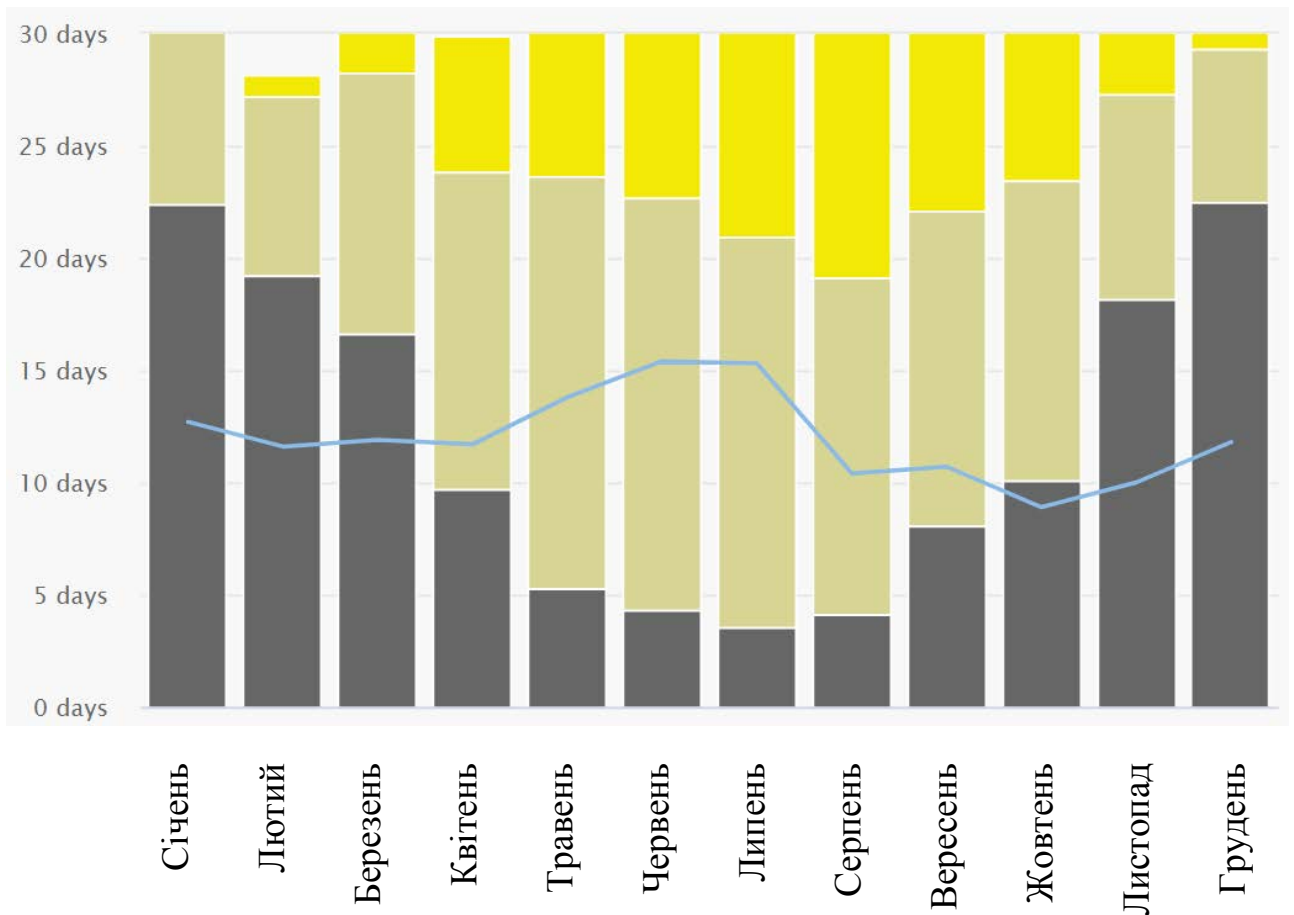
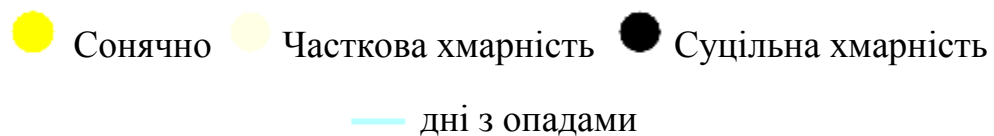


Рисунок 1.5 – Розподіл кількості днів з опадами та без них у місті Бровари [17]:

кольором позначно наступні показники



- значна частка газоочисного обладнання, яке експлуатується на підприємствах, морально і фізично застаріла. Газоочисне обладнання підприємств уловлює в основному тільки пил, у той час як найбільш шкідливі з'єднання - окисли азоту, вуглецю, фенол, сірчисті, фтористі сполуки та ін. - викидаються без очищення;

- великі обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від неорганізованих джерел.



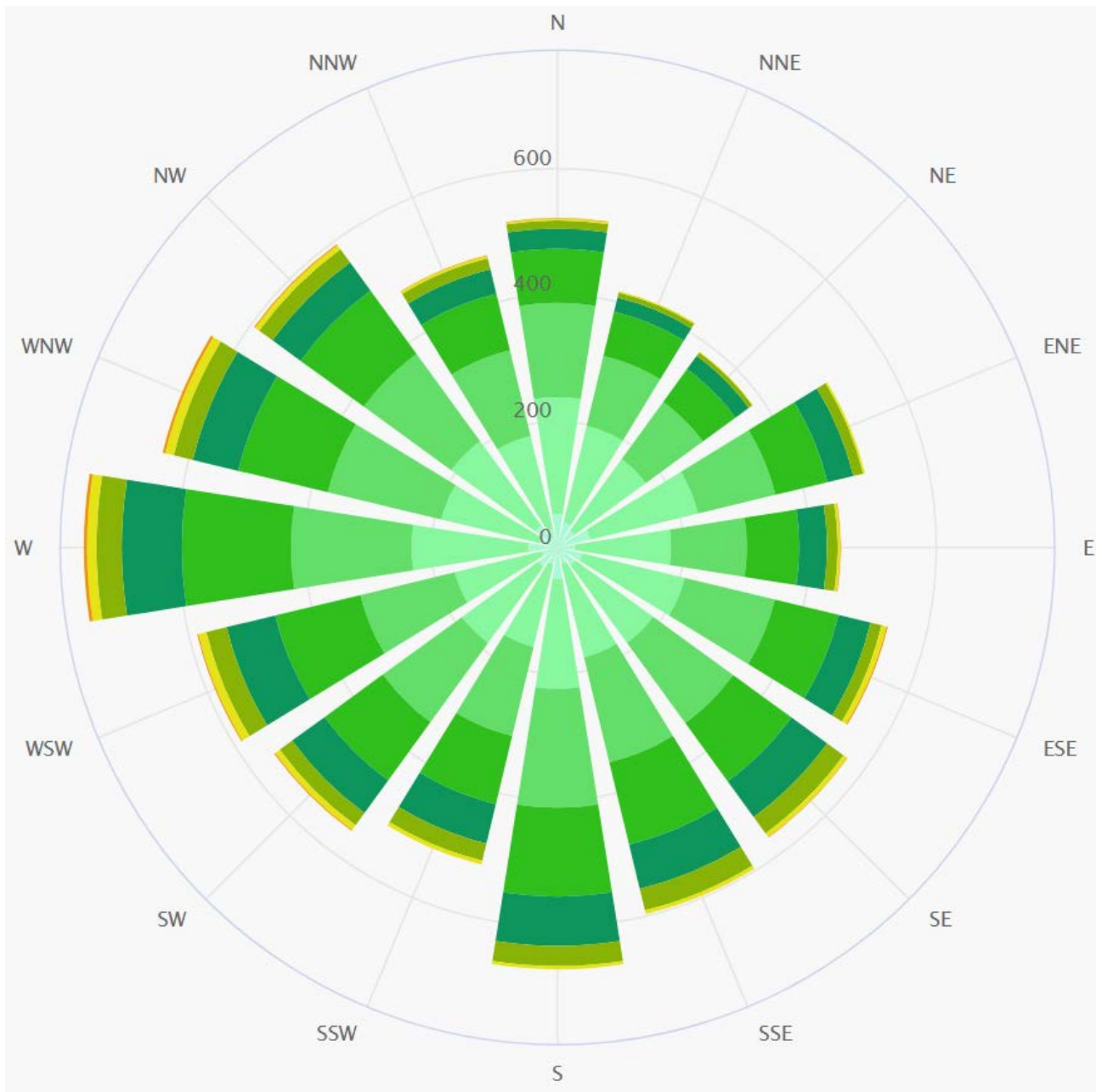


Рисунок 1.6 – Повторюваність напрямку вітру у м. Харків [17]:

кольором позначено наступні величини швидкості вітру

0    >1    >5    >12    >19    >28    >38    >50    >61 km/h

Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря мають підприємства: енергетики – 55,679 тис. т, або 68,5 % від загальних викидів стаціонарними джерелами по області; сільського, лісового та рибного господарства – 12,825 тис. т., або 15,8 %; переробної промисловості 5,246 тис. т, або 6,5 %, інші – 7,508 тис. т., або 9,2 %;

Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Київській області, як і в попередні роки залишається Трипільська ТЕС ПАТ Центренерго, викиди якої склали понад 66,1 % від викидів стаціонарних джерел області.

У 2018 році систематичні спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі Київської області проводились департаментом екології та природних ресурсів Київської облдержадміністрації в чотирьох містах: Васильків, Бориспіль, Богуслав та Вишгород [18]. Моніторинг за станом атмосферного повітря проводився за 3 забруднюючими речовини: діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту.

Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводилась шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин.

Середньорічні концентрації домішок, що визначались, не перевищували середньодобову гранично допустиму концентрацію (ГДК<sub>с.д.</sub>).

Максимальні концентрації досягали 3,76 ГДКм.р. по діоксиду азоту та 3,95 ГДКм.р. по діоксиду сірки.

Кількість випадків перевищення ГДКм.р. по всіх стаціонарних постах спостереження з діоксиду азоту становила 30, діоксиду сірки 25.

Також моніторинг атмосферного повітря проводився Центральною геофізичною обсерваторією імені Бориса Срезневського в містах Біла Церква – на двох стаціонарних постах спостережень (ПСЗ), м Бровари, Обухів, Українка – на одному посту.

Визначався вміст чотирьох основних домішок: завислих речовин (пилу), діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, а також восьми важких металів: заліза, кадмію, мангану, міді, нікелю, свинцю, хрому, цинку.

За 2018 рік у Білій Церкві було відібрано 6936 проб атмосферного повітря, у Броварах – 3624, в Обухові – 3360, в Українці – 3480 проб, які були проаналізовані в лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА). Проби на вміст важких металів в повітрі (в кожному місті – 12 середньомісячних проб, 96 визначень) аналізувались в лабораторіях

обсерваторії: лабораторії спостережень за забрудненням ґрунтів та моніторингу важких металів (ЛСЗГ) та лабораторії фізико-хімічних методів аналізу (ЛФХМА).

У 2018 р. загальний рівень забруднення атмосферного повітря за індексом забруднення атмосфери (ІЗА) в містах Біла Церква, Бровари, Обухів, Українка оцінювався, як низький.

Середньорічні концентрації домішок, що визначались, не перевищували середньодобову гранично допустиму концентрацію (ГДК<sub>с.д.</sub>), за винятком діоксиду азоту (речовини 3-го класу небезпеки), вміст якого в контрольованих містах області протягом усього року був у межах 1,5-2,5 ГДК<sub>с.д.</sub> Основними джерелами викидів цієї домішки в атмосферу є підприємства енергетичного комплексу та автотранспорт.

Відповідно до Стратегії національної безпеки України, введеної у дію рішенням Ради національної безпеки і оборони України від 06.05.2015 р. «Про Стратегію національної безпеки України», затвердженим Указом Президента України №287/2015 від 26.05.2015, у Київській області продовжувалося впровадження інноваційного проекту - автоматизованого моніторингу довкілля області, що відповідає європейським і світовим підходам до екологічного управління, в тому числі вимогам і директивам Угоди про асоціацію України з ЄС.

Так, у рамках реалізації Програми охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів Київської області на 2017-2018 роки у 2018 році було закуплено та встановлено обладнання 9 стаціонарних постів автоматизованої системи моніторингу атмосферного повітря у містах Узин, Переяслав-Хмельницький, Ірпінь, Вишневе, Боярка, Обухів, Кагарлик та смт Іванків і Велика Димерка Броварського району. Пости здійснюють заміри двоокису сірки, двоокису азоту, окису вуглецю, сірководню, аміаку, озону, окису азоту, а також метрологічні параметри та рівень радіаційного забруднення, які автоматично відображатимуться на веб-додатку

«Моніторинг довкілля» до сайту департаменту екології та природних ресурсів Київської облдержадміністрації.

До того ж, придбано та встановлено додаткове газоаналізаторне обладнання для мобільної лабораторії, яке надасть змогу вимірювати вміст пилу, сірководню, озону, хлору та рівень шумового забруднення. Забезпечено належне функціонування стаціонарних постів автоматизованої системи моніторингу атмосферного повітря у містах Васильків, Бориспіль, Богуслав та Вишгород, які були встановлені у 2017 році.

2) забрудненням водних об'єктів скидами забруднюючих речовин із зворотними водами промислових підприємств, підприємств житлово-комунального господарства;

Сучасний стан поверхневих водних об'єктів області формується під антропогенним впливом суб'єктів господарювання.

Забруднення водних об'єктів неочищеними та недостатньо очищеними зворотними водами через незадовільний технічний стан очисних споруд - одна з найактуальніших екологічних проблем області.

Через аварійний стан окремих вузлів і агрегатів та загальну фізичну зношеність обладнання, несвоєчасне проведення поточних та капітальних ремонтів призводить до того, що у природні водні об'єкти потрапляють недостатньо очищені стічні води.

В Київській області у 2018 році було забрано 528,1 млн.м<sup>3</sup> води з природних джерел, що на 204,5 млн.м<sup>3</sup> більше ніж у попередньому році, відповідно використання склало – 511,0 млн.м<sup>3</sup> та фактичний скид стічних вод у поверхневі водні об'єкти склав 473,0 млн.м<sup>3</sup>. [19].

Основними забруднювачами поверхневих водних об'єктів є підприємства житлово-комунального господарства.

Очисні споруди більшості населених пунктів області експлуатуються понад 40 років, використовують застарілі технології, фізична і моральна зношеність обладнання і споруд, несвоєчасне проведення поточних і капітальних ремонтів, відсутність коштів для оновлення, розширення та

підтримання в належному стані очисних споруд. не можуть забезпечити необхідний рівень очистки.

3) порушенням гідрологічного та гідрохімічного режиму малих річок регіону;

За даними гідрохімічних спостережень середній вміст розчиненого у воді кисню у більшості річок був задовільним і знаходився у межах 7,72 - 12,57 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Для річок Київської області характерними забруднювальними речовинами були сполуки азоту, сполуки важких металів, феноли.

Перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у звітному році (за середнім вмістом) відмічено за сполуками азоту амонійного у межах 1,0 - 6,0 ГДК майже в усіх річках області, крім річок Тетерів та Десна, сполуками азоту нітритного - у межах 1,0 - 5,6 ГДК - у пунктах річок Ірпінь, Трубіж, Рось (створи 3 км нижче м. Біла Церква та 0,5 км нижче м. Богуслав).

Забруднення води важкими металами (сполуками міді, мангану, цинку, хрому шестивалентного, заліза загального) залишається суттєвим.

Середньорічні концентрації сполук міді перевищували ГДК у 1 - 3 рази, сполук цинку – у 1,4 - 4,1 раза, сполук мангану – у 2,5 – 5,9 раза у річках Ірпінь, Унава, Десна, Рось (м. Біла Церква), заліза загального – у 1,1 - 1,6 раза - у річках Ірпінь, Десна.

В усіх річках та пунктах, де проводились спостереження, середні за рік концентрації фенолів були в інтервалі від 1 до 2 ГДК, хрому шестивалентного – від 4 до 10 ГДК.

Вміст легкоокисних органічних речовин по (БСК<sub>5</sub>) на рівні 1,0 - 1,1 ГДК зафіксовано у річках Ірпінь, Рось – у верхньому створі м. Біла Церква та у створі 0,5 км нижче м. Богуслав.

У 2018 р. у воді річок Тетерів, Ірпінь, Унава, Десна, Трубіж, Рось максимальні концентрації сполук хрому шестивалентного досягали рівня високого забруднення (ВЗ) з перевищенням ГДК у 10 - 23 рази (відмічено 22 випадки). У р. Трубіж в обох створах смт Барішівка зафіксовано два випадки

ВЗ сполуками азоту амонійного з концентрацією на рівні 19 ГДК та 2 випадки за сполуками азоту нітритного з перевищенням ГДК у 11 та 12 разів. На р. Унава у верхньому створі м. Фастів та на р. Десна максимальні разові концентрації сполук цинку становили 14 та 12 ГДК. Один випадок ВЗ сполуками мангану (18 ГДК) зафіксовано у воді р. Ірпінь.

Загалом у річках Київської області по більшості показників якості води порівняно з аналогічним періодом суттєво не змінилась. Але у р. Трубіж у пункті контролю смт Баришівка помітно підвищився вміст сполук азоту амонійного та азоту нітритного, у рр. Унава, Десна - сполук цинку, у р. Тетерів – хрому шестивалентного, у р. Десна - заліза загального.

Покращилась якість води через зменшення концентрацій сполук азоту нітритного у річках Трубіж (м. Переяслав-Хмельницький), Недра, Рось, сполук мангану – у рр. Ірпінь, Унава, Десна, Рось, сполук заліза загального – у рр. Ірпінь, Унава. Зниження вмісту хрому шестивалентного відмічено у р. Трубіж в районі смт Баришівка.

Середньорічні концентрації розчиненого у воді кисню Київського і Канівського водосховищ знаходились у межах 8,53 -10,58 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Середньорічний вміст сполук азоту амонійного перевищував ГДК у 1,0 – 1,5 рази у пунктах Київського та Канівського водосховищ, сполук азоту нітритного – у 1,0 - 1,5 рази у Київському водосховищі в районі с. Нові Петрівці, у Канівському водосховищі у нижньому створі міста Київ та у створах міст Українка і Ржищів.

Середні значення сполук міді були у межах 1 - 4 ГДК, цинку – 1,8 – 4,9 ГДК, мангану – 1,7 - 12,3 ГДК, хрому шестивалентного – 5 - 10 ГДК у пунктах і створах Київського та Канівського водосховищ.

У пунктах контролю Київського водосховища зафіксовано вміст сполук заліза загального у діапазоні від 1,7 до 2,7 ГДК.

Забруднення води фенолами на рівні 1 - 2 ГДК (за середнім вмістом) і 1 - 5 ГДК (за максимальним вмістом) відмічено у пунктах і створах Київського та Канівського водосховищ.

У 2018 р. в обох водосховищах Київської області зафіксовано 60 випадків ВЗ: сполуками мангану з концентраціями від 10 до 29 ГДК (31 випадок), сполуками хрому шестивалентного з концентраціями від 10 до 14 ГДК (24 випадки) та сполуками цинку з концентраціями від 10 до 16 ГДК (5 випадків).

У 2018 р. відбулось зменшення вмісту сполук міді у воді Київського водосховища, у верхніх створах міст Українка та Ржищів Канівського водосховища, сполук заліза загального - у пунктах Канівського водосховища, сполук мангану - в районі міст Українка та Ржищів Канівського водосховища. Деяко збільшились концентрації сполук мангану у пунктах Київського водосховища.

Спостереження за екологічним станом водних об'єктів Київської області за гідробіологічними показниками проводилися на річках Десна, Рось, Тетерів, Ірпінь, Трубіж, Недра, Київському та Канівському водосховищах.

Відбір проб здійснювався в 14-ти пунктах, 25 створах, на 37 вертикалях. Спостереження виконувалися за показниками: фітопланктон, зоопланктон, макрзообентос, фітобентос, вища водна рослинність (біоіндикація) та біотестування. Всього з біоіндикації відібрано та проаналізовано 321 пробу (2003 визначень). Для визначення хронічної токсичності вод (біотестування) на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* відібрано та проаналізовано 179 проб (358 визначень).

Розвиток планктонних ценозів в р. Десна в районі с. Літки протягом року був досить стабільним. Зоопланктон був чисельним та різноманітним протягом весняно-літнього періоду. В жовтні тваринний планктон був малочисельний, в пробах зустрічались поодинокі безхребетні. Домінуючу роль у зоопланктоні відігравали коловертки **β**-та **βα**-мезосапроб-ної зони.

Кількість гіллястовусих ракоподібних та несапробних личинок веслоногих була незначною. В альгопланктоценозі домінували **β**-мезосапробні діатомові та зелені водорості, стан біоценозів був сталий, сезонна динаміка розвитку простежувалась, але видове багатство було невисоким. В серпні спостерігалось «цвітіння» діатомових водоростей сильного ступеню (екологічно небезпечні концентрації клітин водоростей, що викликають значне біологічне забруднення води). У жовтні якість вод за фітопланктоном погіршувалась і відповідала 3-4-му класу - забруднені води, за зоопланктоном – 2-й клас якості.

В макрзообентосі знайдено 11-14 «груп» для визначення біотичного індексу, були знайдені: бокоплав, водні жуки та клопи, личинки волохокрильців, одноденок, двокрилих комах та бабок. За сукупністю всіх гідробіологічних показників стан якості вод відповідав 3-му класу – помірно забруднені води.

Розвиток фітопланктону р. Рось в районі мм. Біла Церква та Богуслав підпорядковувався сезонній динаміці, основу угруповання складали **β**-мезосапробні організми, воно було чисельне та різноманітне (знайдено 18-32 види водоростей). У квітні спостерігалось початкове «цвітіння» діатомових водоростей у двох створах м. Біла Церква: 1км вище та 3км нижче міста. У червні було відмічено «цвітіння» води за рахунок збільшення біомаси евгленових водоростей у створі 3км нижче м. Біла Церква. У створах м. Біла Церква у вересні та жовтні спостерігалось «цвітіння» води за рахунок інтенсивного розвитку синьозелених водоростей, що дещо погіршило якість вод та свідчило про порушення сезонної динаміки розвитку угруповання. Спостерігалось погіршення якості вод до забруднених у створі 1км вище м. Біла Церква (індекс сапробності – 2,34) та 1 км вище м. Богуслав (ІС – 2,25) у жовтні. Зоопланктон р. Рось у травні був дуже багатим чисельно та за видовою представленістю (24-57 видів безхребетних), у створах м. Біла Церква домінували гіллястовусі і веслоногі ракоподібні, у створах м.



Богуслав – коловертки. Переважно розвивались безхребетні-індикатори чистих вод. Спостерігався стабільний розвиток планктонних ценозів.

Якісний розвиток зообентосу у створах м. Біла Церква та Богуслав в травні та червні підпорядковувався сезонній динаміці: знайдено 13-27 «груп» для визначення біотичного індексу, розвивались різноманітні молюски, водні комахи та їх личинки, ракоподібні, клопи, личинки бабок, волохокрильців. Якість вод в усіх створах на цій ділянці р. Рось навесні на початку літа відповідала 2-му класу - чисті води. У створах м. Богуслав видове багатство донних макробезхребетних було значно нижче (11-13 «груп»). Якість вод у серпні – жовтні в створах м. Богуслав відповідала 3-му класу.

Загалом за результатами гідробіологічних спостережень стан планктонних ценозів р. Рось відповідав 3-му класу якості вод - помірно забруднені води, за макрозообентосом якість вод була вищою. В усіх створах м. Біла Церква стан донних угруповань річки відповідав 2-му класу якості - чисті води, а в районі м. Богуслав – 3-му класу - помірно забруднені води.

Зоопланктонне угруповання р. Тетерів - смт Іванків у травні було багате кількісно і якісно, домінували коловертки. Кількісні і якісні показники розвитку фітопланктону були дуже високими: знайдено 25-41 вид водоростей, переважали зелені  $\beta$ -мезосапробні водорості. У серпні кількісні характеристики розвитку тваринного планктону значно зменшились: зустрічались поодинокі  $\beta\alpha$ - мезосапробні коловертки. Натомість спостерігався початковий ступінь «цвітіння» води за рахунок збільшення біомаси синьозелених водоростей. Розвиток планктонних ценозів був стабільний, стан їх сталий. Найрізноманітніше в макрозообентосі були представлені молюски, водні клопи, личинки бабок та двокрилих комах; знайдені личинки волохокрильців – всього 12 «груп». Якість води відповідала 3-му класу якості вод - помірно забруднені води.

В зоопланктоні р. Ірпінь переважали оліго, та  $\beta$ -мезосапробні коловертки і ракоподібні. Планктонні ценози були багатими і різноманітними, було визначено 21-23 види водоростей та 20 видів

безхребетних. У фітопланктоні домінуючу роль відігравали  **$\beta$** -мезосапробні зелені, синьозелені та діатомові водорості. Спостерігався стабільний розвиток планктонних угруповань. В макрозообентосі знайдені молюски, ракоподібні, личинки одноденок, бабок, двокрилих комах тощо, всього 14 «груп» для визначення біотичного індексу. За сукупністю гідробіологічних показників стан якості вод відповідав 3-му класу - помірно забруднені води.

Зоопланктон р. Недра відзначався досить високими чисельністю та біомасою організмів, були знайдені **оліго- $\beta$** -мезосапробні коловертки, гіллястовусі та веслоногі ракоподібні. Серед планктонних водоростей домінували  **$\beta$** -мезосапробні діатомові, зелені та евгленові водорості (їх частка навесні складала 52,7%). Індекс сапробності відповідав 3-му класу якості вод (помірно забруднені води). В макрозообентосі розвивались молюски, водні клопи та жуки, личинки бабок, двокрилих комах тощо, всього знайдено 20 «груп», значення БІ вказували на 2-й клас якості. За сукупністю гідробіологічних показників стан якості вод відповідав 2-3-му класу – чисті-помірно забруднені води.

Проби на р. Трубіж відбирались у травні і жовтні. Планктонні ценози р. Трубіж в створах смт Баришівка та м. Переяслав-Хмельницький (як фіто-, так і зоопланктон) були багаточисельними, в товщі води масово розвивались діатомові і зелені водорості. У створі 1км нижче м. Переяслав-Хмельницький в травні спостерігалось «цвітіння» вод помірного ступеню за рахунок збільшення біомаси діатомових водоростей. В жовтні фітопланктонні ценози були небагато чисельними, домінували діатомові водорості. Спостерігався значний розвиток в усіх створах високосапробних  **$\beta$ - $\alpha$** -мезо- та  **$\alpha$** -мезосапробних водоростей (від 19 до 71,9%), що є показником підвищеного органічного забруднення вод. В створі 0,5 км вище м. Переяслав-Хмельницький води річки відповідали 4-му класу якості - забруднені. У створах м. Переяслав-Хмельницький чисельність і видове багатство фіто- і зоопланктону було значно вищим. Розвиток планктонних угруповань був стабільним та відповідав сезонній динаміці.

Розвиток донних ценозів в травні був нерівномірним. В районі смт Баришівка в нижньому створі, порівняно з фоновим, скоротилось загальне видове багатство макробезхребетних, зменшилась видова представленість молюсків та личинок одноденок, якість вод погіршилась з 2-го до 3-го класу - від чистих до помірно забруднених вод. У створах м. Переяслав-Хмельницький спостерігалось більш різкі зміни екологічної ситуації: кількість видів скоротилась з 18 до 3, повністю зникли молюски та личинки одноденок, якість вод погіршилась з 2-го до 6-го класу - від чистих до дуже брудних вод. В жовтні стан донних безхребетних покращився. Загалом стан якості вод за показниками розвитку планктону відповідав 3-му класу - помірно забруднені води.

За результатами біотестування на річках хронічну токсичну дію вод на виживання тест-об'єкта *Ceriodaphnia affinis* було виявлено для р. Недра у березні та жовтні. Також було встановлено хронічну токсичну дію вод на плодючість тест-об'єкта у р. Рось у квітні у створі 1 км вище м. Біла Церква та у червні у створі 9 км вище м. Біла Церква. Визначення хронічної токсичності вод у жовтні виявило хронічну токсичність вод на плодючість тест-об'єкта на р. Трубіж в усіх створах.

Видове багатство альгофлори Київського водосховища було дуже високим, знайдено 5-6 систематичних груп водоростей (44-62 види), переважно розвивались діатомові та зелені водорості. Найбільше видове багатство спостерігалось у створах м. Чорнобиль та с. Страхолісся. У створах м. Чорнобиль в травні та серпні спостерігалось початкове і помірне «цвітіння» діатомових водоростей (всі вертикалі). Залежно від створу і вертикалі інтенсивність цього процесу коливалась від слабкої до помірної стадії (біомаса діатомових складала від 4,191 до 6,633 мг/дм<sup>3</sup>). У створах м. Чорнобиль в жовтні спостерігалось «цвітіння» діатомових і зелених водоростей сильного ступеню (екологічно небезпечні концентрації клітин водоростей, що викликають значне біологічне забруднення та можуть призвести до заморних явищ). Біомаса фітопланктону в цей період досягала

максимальних значень у створі 3,5 км нижче м. Чорнобиль (верт. 0,9 ш.) і складала 41,917 мг/дм<sup>3</sup>. Протягом року домінуючими групами в складі альгофлори були  $\beta$ -мезосапробні діатомові та зелені водорості – індикатори помірного забруднення вод. У пригреблевій частині водосховища (с. Нові Петрівці) відбувалось зменшення видового різноманіття водоростевого планктону. В зоопланктоні Київського водосховища у верхній частині акваторії (створи м. Чорнобиль) навесні-влітку домінували  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробна коловертка – індикатор забруднених вод *Brachionus calyciflorus*. Частка видів-індикаторів органічного забруднення ( $\beta$  $\alpha$ -мезосапроби) у верхній частині водойми (створи м. Чорнобиль) складала 27,9-46% від загальної чисельності планктонних безхребетних. В середній частині водойми видове різноманіття зоопланктону було найвищим. На передгреблевій ділянці змінився видовий склад тваринного планктону: домінуючу роль почали відігравати  $\beta$ -мезосапробні личинки молюска *Dreissena polymorpha* (тригранка річкова). Чисельні характеристики зоопланктонних угруповань у жовтні були низькими по всій акваторії водойми. У всіх пробах були знайдені переважно коловертки, лише у створах с. Страхолісся зустрічались коловертки та одиничні веслоногі ракоподібні. Домінували безхребетні-індикатори чистих вод.

Загалом за результатами гідробіологічних спостережень стан водних ценозів відповідав 3-му класу якості вод – помірно забруднені води.

На Канівському водосховищі угруповання фітопланктону було структуроване та різноманітне. В більшості випадків альгофлора була представлена діатомовими, зеленими та синьозеленими водоростями.

По всій акваторії водосховища домінуючу роль у зоопланктоні відігравали оліго- та оліго- $\beta$ -мезосапроби – індикатори чистих вод, лише у травні спостерігалось різке збільшення частки  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробної коловертки *Brachionus calyciflorus*, її частка у створах в межах та нижче м. Київ в цей період складала 31,2-42,8%.

Загалом стан водної екосистеми за сукупністю гідробіологічних показників відповідав 3-му класу якості вод - помірно забруднені.

4) підтопленням земель та населених пунктів регіону;

Підтоплення, як природне і техногенне явище, погіршує умови формування поверхневих і підземних вод, функціонування господарських об'єктів, знижує родючість ґрунтів.

На розвиток підтоплення впливають зрошування земель, підпирання ґрунтових вод водосховищами, погіршення дренажності території внаслідок замулювання малих річок, засипання балок та ярів, втрати води з технічних мереж, порушення режиму випаровування підземних вод тощо.

Підтоплення викликає активізацію зсувів, заболочування, засолення ґрунтів та ін. Особливо небезпечними є просадкові деформації в підтоплених масивах лесових порід, що нерідко зумовлює аварійні ситуації для споруд, побудованих без врахування майбутнього замочування лесової товщі.

За останні роки найбільше підтоплення спостерігалось у 2013 році так було виявлено 148 населених пунктів в яких мало місце підтоплення присадибних ділянок та погребів. Загальна площа підтоплення населених пунктів становила понад 4,8 тис. га, в тому числі у межах захищеної території 3,0 тис. га, за межами захищеної території підтоплюються населені пункти на площі 1,8 тис. га.

У 2014 році загальна площа підтоплення населених пунктів становила 109 га, а у 2015 році склала 5 га.

На території Київської області, під час обстеження підтоплення населених пунктів у 2016-2018 роках взагалі не виявлено.

5) поводженням з відходами I-III класів небезпеки;

Відходи є одним з найбільш вагомих факторів забруднення навколишнього середовища і негативного впливу на всі компоненти довкілля.

Внаслідок наявності різних типів виробництва, існуючих в регіоні, якісний склад відходів різноманітний,

За попередніми даними Головного управління статистики у Київській області у 2018 році утворилось 74,9 тис. т. відходів I – III класів небезпеки з яких 60,5 тис. т. відходи рослинного походження та 13,1 тис. т. мінеральні відходи будівництва та знесення об'єктів. Протягом року утилізовано - 6,1 тис. т., спалено – 16,1 тис. т. з метою теплового перероблення.

б) організацією контролю радіаційної безпеки щодо впливу на навколишнє природне середовище АЕС, об'єктів з радіоактивними відходами, при ліквідації накопичувачів (хвостосховищ) відходів виробництв з підвищеними рівнями радіоактивності та рекультивації земель, що мають радіоактивне забруднення;

Аварія на Чорнобильській АЕС одна з найбільших техногенних надзвичайних ситуацій у світі. Внаслідок Чорнобильської катастрофи постраждало близько 5 мільйонів людей, на забруднених територіях розташовано майже 5 тисяч населених пунктів України, Республіки Білорусь та Російської Федерації.

Київська область є найбільш постраждалою в Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи. З моменту аварії й до цього часу одним із найпотужніших факторів, що впливають на радіологічну ситуацію в Україні, є високоактивне забруднення території 30-кілометрової зони навкруги ЧАЕС.

На сьогоднішній день на території Київщини радіаційна ситуація стабілізувалася.

Зона відчуження (далі за текстом – ЗВ) відноситься до категорії радіаційно-небезпечних земель та являє собою забруднену радіонуклідами (основні з них  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , ізотопи Pu) територію.

ПЕД зовнішнього опромінення у зоні відчуження зараз майже повністю формується гамма-випромінюванням  $^{137}\text{Cs}$ , що виникає внаслідок його радіоактивного розпаду. Основним джерелом випромінювання є верхній шар ґрунтів, де запаси цього радіонукліду знаходяться в динамічній рівновазі завдяки його включення в кругообіг речовини «ґрунт – рослина – ґрунт». Доля  $^{137}\text{Cs}$ , який мігрує до інших середовищ (повітря, вода, біологічні

об'єкти), порівняно невелика – її внеском у формування ПЕД можна знехтувати.

Найбільші рівні ПЕД спостерігаються на проммайданчику ЧАЕС та на територіях, які розташовані на «слідах» аварійних випадів радіонуклідів.

Радіаційний стан приземного шару атмосфери ЗВ в основному в зимові та осінні місяці, визначався метеорологічними умовами, які перешкоджали розвитку дефляційних процесів, і характеризувався низькими показниками об'ємної активності радіонуклідів у повітрі та вузькими діапазонами їх змін. Вклад у забруднення приземного шару атмосфери вносили організовані та неорганізовані викиди ДСП «ЧАЕС» та об'єкту «Укриття».

Серед пунктів контролю найвищі значення об'ємної активності радіонуклідів фіксувалися на тих пунктах, які характеризуються високим поверхневим забрудненням, в районі яких велися роботи або ж спостерігався інтенсивний рух автотранспорту, а також коли сильний вітер певного напрямку збігався з періодом інтенсивних будівельних робіт на об'єкті «Укриття».

Моніторинг радіаційного стану поверхневих вод здійснюється в 22 пунктах. Особлива увага приділяється р. Прип'ять, через яку здійснюється надходження радіонуклідів з території ЗВ до Київського водосховища.

У 2018 році середні та максимальні значення вмісту  $^{90}\text{Sr}$  у воді р. Прип'ять у створі м. Чорнобиль склали  $87 \text{ Бк/м}^3$  та  $260 \text{ Бк/м}^3$  відповідно,  $^{137}\text{Cs}$  –  $53$  та  $210 \text{ Бк/м}^3$ , що не перевищує встановлені нормативним документом

ДР-2006 допустимі рівні вмісту радіонуклідів для питної води ( $2000 \text{ Бк/м}^3$ ).

Винос  $^{90}\text{Sr}$  з водою р. Прип'ять у створі м. Чорнобиль у 2018р. складає  $1,15 \text{ ТБк}$  (у минулому році –  $0,72 \text{ ТБк}$ , у 1999 р. –  $10,2 \text{ ТБк}$ ).

У воді малопроточних та замкнених водойм вміст  $^{90}\text{Sr}$  досягав  $120$  –  $360 \text{ кБк/м}^3$  (оз. Азбучин, оз. Глибоке),  $^{137}\text{Cs}$  – до  $120 \text{ кБк/м}^3$  (відвідний канал 3-ї черги ЧАЕС).

Моніторинг вмісту радіонуклідів у підземних водах проводився на трьох водоносних комплексах – четвертинному (145 свердловин), еоценовому (водозабір ЧАЕС, м. Прип'ять) та сеноман-нижньокрейдовому (водозабір м. Чорнобиль та міський водопровід).

Забруднення еоценового та сеноман-нижньокрейдового комплексів достовірно не зафіксовано. Вміст  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у воді водозаборів ЧАЕС та м. Чорнобиль не перевищував  $21 \text{ Бк/м}^3$  (ДР-2006 для питної води –  $2000 \text{ Бк/м}^3$ ).

Максимальні значення об'ємної активності  $^{90}\text{Sr}$  у воді спостережних свердловин були зафіксовані в районах Семиходського затону, старої Будбази, Яновського затону та озера Азбучин і становили 73, 150, 220 та 290  $\text{кБк/м}^3$  відповідно. В районі с. Лісового у воді свердловин К-13Д і 172/Q<sub>2</sub> максимальна об'ємна активність  $^{137}\text{Cs}$  досягла 59  $\text{кБк/м}^3$  і 45  $\text{кБк/м}^3$  відповідно.

Стабільно високі значення концентрації  $^{137}\text{Cs}$  у воді цих свердловин спостерігаються після затоплення у 2013 році території приповерхневих захоронень ПТЛРВ талими та дощовими водами. Свердловина К-13Д експлуатується з 1993 року (24 роки), а свердловина 172/Q<sub>2</sub> з 1997 року (20 років). За цей час, завдяки впливу сезонних змін температури, атмосферних опадів та іонізуючого випромінювання, експлуатаційні характеристики свердловин знизилися, в певні міри відбуваються процеси фізичного руйнування, що могло сприяти локальному потраплянню радіонуклідів через затрубний простір свердловини у горизонт, з якого відбираються проби води (інтервал глибини встановлення фільтру у свердловині К-13Д – 17,0-29,0 м; у свердловині 172/Q<sub>2</sub> – 19,0-20,4 м), під час затоплення; іншою умовою виникнення високих значень об'ємної активності радіонуклідів у воді є значне забруднення водоносного горизонту. Наразі достовірні причини встановлення високих концентрацій радіонуклідів у воді свердловин, показники яких перевищують встановлені контрольні рівні – невідомі, а ці свердловини можуть нести потенційну загрозу для довкілля. Тому в місцях



розташування зазначених свердловин слід виконати комплекс робіт з визначення їх придатності для радіаційно-екологічного моніторингу. У разі непридатності свердловин К-13Д і 172/Q<sub>2</sub> для виконання завдання з моніторингу радіаційного стану підземних вод – ці свердловини підлягають ліквідації, згідно з чинним законодавством.

Поза площами захоронень радіоактивних відходів переважна більшість значень вмісту <sup>90</sup>Sr знаходяться в межах 100–400 Бк/м<sup>3</sup>, <sup>137</sup>Cs – 20–40 Бк/м<sup>3</sup>. Радіаційний стан ґрунтових вод в межах ПЗРВ «Буряківка», «Підлісний», «3-я черга ЧАЕС» відзначається певною сталістю без виражених тенденцій зростання вмісту <sup>90</sup>Sr як основного забруднювача. У вимірних пробах вміст <sup>90</sup>Sr змінювався від 22 до 1900 Бк/м<sup>3</sup>.

Чорнобильська катастрофа безперечно негативно вплинула на стан здоров'я усіх верст населення Київської області, які безпосередньо зазнали опромінення.

За час, що минув після аварії на Чорнобильській АЕС, радіаційний стан територій, що зазнали радіоактивного забруднення, поліпшився.

Залишається відкритим питання законодавчого врегулювання правового режиму територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, зокрема щодо відповідності радіологічного стану населених пунктів Київської області критеріям зон радіоактивного забруднення.

#### 7) охороною, використанням та відтворенням дикої фауни і флори;

В лісах області склалася тривожна ситуація з всихання хвойних насаджень. Площі усихаючих соснових та ялинових насаджень щороку зростають і цей процес має загрозливий характер. Якщо раніше всихали пристигаючі та стиглі насадження, то на сьогодні гинуть молодняки. Лісопатологічні процеси та пов'язане з ним всихання відбувається у всіх лісах, у тому числі на територіях та об'єктах природно-заповідного фонду та генетичних резерватах.

Першопричиною всихань, яку назвали лісознавці, є суттєве зниження рівня ґрунтових вод, ослаблення насаджень, що призводить до масового розмноження грибкових захворювань, різних бактерій та вторинних шкідників.

Єдиним дієвим заходом по боротьбі з верхівковим короїдом, який визначається науковцями та лісівниками, є прибирання ушкодженого дерева з лісу при його початковому заселенні шкідником.

В даний час такі заходи неможливо проводити своєчасно тому, що згідно із Санітарними правилами в лісах України, затвердженими постановою Кабінету Міністрів від 27 липня 1995 р. № 555, на ділянках, пошкоджених шкідниками, хворобами та внаслідок стихійних природних явищ, лісівники проводили суцільні санітарні рубки. Після цього на зрубках проводилося лісовідновлення. Відповідно до п. 27 постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756 «Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 555 і від 12 травня 2007 р. № 724, суцільні санітарні рубки можна проводити тільки у виключних випадках – за найнижчої повноти (зрідження) насаджень. А в більшості випадків відповідно до чинного законодавства дозволено проводити лише вибіркові рубки.

Зазначена проблема має загальнодержавне значення, тому необхідно розглянути питання про внесення змін до діючих Санітарних правил у лісах України.

8) проблемними питаннями розвитку заповідної справи Київської області області:

- основною проблемою в розвитку заповідної справи в області і створення нових об'єктів є отримання згоди землекористувачів. Після проведення наукових досліджень, підготовки наукового обґрунтування та проекту створення об'єкта природно-заповідного фонду землекористувачі та власники земельних ділянок не дають згоду на його створення. Зокрема впродовж 2016-2018 років, структурними підрозділами Київської

облдержадміністрації проподилась робота щодо створення національного природного парку «Приірпіння та Чернечий ліс», орієнтовною площею 17932,4. Дане питання неодноразово розглядалось на засіданнях робочої групи щодо створення національного природного парку «Приірпіння та Чернечий ліс», проте так і не знайшло підтримки у одного із землекористувачів – Національного університету біоресурсів та природокористування України;

- збереження об'єктів природно-заповідного фонду, які розміщені на землях лісогосподарського призначення у зв'язку із всиханням хвойних насаджень. В області склалася тривожна ситуація з всихання хвойних насаджень. Площі усихаючих хвойних насаджень щороку зростають і цей процес приймає загрозливий характер. Значна частка насаджень що всихають – пристигаючі. Основнією з причин, що до цього призводять є швидке поширення комплексу стовбурових шкідників (верхівковий та шести зубий короїд, та інші). Разом з тим чинним законодавством з 1 квітня до 15 червня збороняється проведення санітарних рубок лісу, тобто в період розмноження шкідників лісу. Це також є ще однією з причин того, що керівники лісогосподарських підприємств не дають згоду на створення нових об'єктів природно-заповідного фонду.

- невиконання указів Президента України, щодо створення національних природних парків «Залісся» та «Білоозерський».

Указами Президента України від 11 грудня 2009 року N 1049/2009 та N 1048/2009 «Про створення національного природного парку «Залісся» та «Про створення створення національного природного парку «Білоозерський», відповідно, на території Київської області було створено два національні природні парки (далі – НПП). Проте, й досі для даних об'єктів не розроблено Проекти організації території національних природних парків, охорони, відтворення та рекреаційного використання їх природних комплексів і об'єктів, що унеможлиблює в повній мірі виконання

покладених на НПП завдань, вдосконалення управління для їх збереження та використання.

### **1.3 Аналіз основних екологічних проблем Київської області**

Київська область та місто Бровари характеризуються низкою екологічних проблем, джерелом яких є промислові об'єкти, що розташовані достатньо нерівномірно територією регіону. Одним з важливих підприємств є й Державне підприємство «Завод порошкової металургії». Суттєвим джерелом впливу на довкілля у Київській області слугують також широко розвинені транспортні шляхи – автомобільні та залізничні. Міжнародне значення мають автомагістралі Львів-Харків, Львів-Москва, Санкт-Петербург-Одеса. Також суттєвого впливу надає річковий транспорт – важливе транспортне значення мають ріки Дніпро, Десна, Прип'ять, які протікають на території області [10, 20].

Забруднення атмосферного повітря викидами від промислових і сільськогосподарських підприємств, у порівнянні з 2018 роком збільшилось та є значним фактором впливу на навколишнє середовище.

Болючою є проблема охорони водних ресурсів Київської області. Перерозподіл навантаження на водні ресурси призвів, зокрема до суттєвого збільшення кількості та погіршення екологічної безпеки свердловин з добування підземних вод населенням. Більшість з цих свердловин жодним чином не обліковуються. Переважна більшість очисних споруд для них працює неефективно, або відсутня зовсім.

У деяких поверхневих водоймах спостерігається тенденція погіршення показників якості води, що певною мірою має природний характер. Мають місце випадки перевищення нормативів граничнодопустимих скидів на підприємствах області. Якість стічних вод не завжди відповідає затвердженим нормативам граничнодопустимого скиду забруднюючих речовин.

Викликає занепокоєння й стан малих річок області, які забруднюються стічними водами міст та селищ. Водночас суттєвою загрозою для малих річок стає збільшене використання пестицидів та мінеральних добрив у сільському господарстві. Переважна більшість аграріїв використовує значні об'єми ядохімікатів з метою отримання максимальних врожаїв та надприбутків, в той час як екологічні питання для них є другорядними, або взагалі не беруться до уваги.

В області знаходиться найбільший радіаційно небезпечний об'єкт – Чорнобильська АЕС. На кордоні з Житомирською та Чернігівською областями, знаходяться великі території радіоактивно забруднених земель, віднесених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС до зони відчуження.

Сучасному екологічному стану також сприяло зволікання з відведенням у користування прибережних водоохоронних смуг річок і водойм, порушення правил господарської діяльності в їх межах, неналежне інструментальне оснащення служб, які контролюють стан навколишнього природного середовища, відсутність належної екологічної освіти та екологічного виховання населення тощо.

Залишається невирішеним питання забруднення території області побутовими та виробничими відходами. Ключовими є наступні фактори: невідповідність більшості звалищ побутових відходів сучасним екологічним вимогам, низький ступінь утилізації ресурсоцінних відходів; накопичення відходів, у тому числі небезпечних, на території підприємств області.

Серйозну загрозу для навколишнього природного середовища становить слабка розвиненість у регіоні системи поводження з відходами. Особливо гострою вона є у сільській місцевості.

Таким чином, екологічні проблеми Київської області, як і усіх регіонів України, належать до найактуальніших і потребують невідкладного вирішення на всіх рівнях, а саме [10]:

- 1) що вимагають вирішення на міжнародному рівні;

- приведення екологічного законодавства до рівня Європейського Союзу.

2) загальнодержавного значення;

- недосконалість екологічного законодавства;
- забруднення атмосфери викидами промислових підприємств та автотранспорту;
- забруднення гідросфери скидами стічних вод промислових підприємств і комунально-побутовими стічними водами;
- проблеми переробки відходів енергетичної та ін. галузей промисловості;
- невинесення в натуру і картографічний матеріал водоохоронних зон і прибережних захисних смуг.

3) місцевого значення;

- порушення гідрологічного та гідрохімічного режиму малих річок;
- підтоплення територій області;
- будівництво сучасних полігонів з утилізації побутових відходів та проведення рекультивації і реконструкції існуючих сміттєзвалищ, що вичерпали свій ресурс або експлуатуються з грубими порушеннями норм екологічної безпеки;
- впровадження роздільного збирання відходів від населення
- ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ.

4) вирішення яких не потребує залучення значних матеріальних (фінансових) ресурсів.

- паспортизація місць видалення твердих побутових відходів – сільських, селищних та міських сміттєзвалищ;
- збереження зелених насаджень;
- збільшення площ об'єктів природно-заповідного фонду;
- розробка схем санітарного очищення населених пунктів та правил благоустрою територій населених пунктів;
- проведення просвітницьких заходів.

У таблицях 1.1 – 1.3 представлено узагальнені поканики впливу підприємств Київської області на навколишнє природне середовище.

Таблиця 1.1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за видами економічної діяльності

№ з/п	Види економічної діяльності	Обсяги викидів за регіоном	
		тис. т	відсотків до загального підсумку
1	2	3	4
<b>Усього</b>		<b>81,258</b>	<b>100,0</b>
1	За видами економічної діяльності, у тому числі:		
1.1	Сільське, лісове та рибне господарство	12,825	15,8
1.2	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	0,199	0,2
1.3	Переробна промисловість	5,246	6,5
1.4	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	55,679	68,5
1.5	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	2,258	2,8
1.6	Будівництво	0,165	0,2
1.7	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,334	0,4

Закінчення табл. 1.1

№ з/п	Види економічної діяльності	Обсяги викидів за регіоном	
		тис. т	відсотків до загального підсумку
1	2	3	4
1.8	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	3,878	4,8
1.9	Тимчасове розміщування й організація харчування	0,001	0
1.10	Інформація та телекомунікації	0,0	0
1.11	Фінансова та страхова діяльність	0,0	0
1.12	Операції з нерухомим майном	0,029	0
1.13	Професійна, наукова та технічна діяльність	0,009	0
1.14	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	0,034	0,1
1.15	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	0,419	0,5
1.16	Освіта	0,111	0,1
1.17	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,067	0,1
1.18	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,0	0
1.19	Надання інших видів послуг	0,004	0



Таблиця 1.2. Використання води за видами економічної діяльності у 2018 році та двох попередніх

Види економічної діяльності	2016 рік		2017 рік		2018 рік	
	усього, млн м <sup>3</sup>	% економії свіжої води за рахунок оборотної	усього, млн м <sup>3</sup>	% економії свіжої води за рахунок оборотної	усього, млн м <sup>3</sup>	% економії свіжої води за рахунок оборотної
1	2	3	4	5	6	7
Усього за регіоном	663,9	77,84	307,3	79,27	511,0	78,44
у тому числі:						
виробничі	617,5	-	261,9	-	465,5	
питні і санітарно-гігієнічні	42,82	-	41,72	-	42,43	
сільського-сподарське водопостачання	0,263	-	0,819	-	0,420	
зрошення	3,164	-	2,725	-	2,524	

Таблиця 1.3. Скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти

Скидання забруднюючих речовин за регіоном	2016 рік	2017 рік	2018 рік
	обсяг забруднюючих речовин, тис. т	обсяг забруднюючих речовин, тис. т	обсяг забруднюючих речовин, тис. т
1	2	3	4
<b>Всього, в точу числі:</b>	<b>29,1</b>	<b>29,1</b>	<b>28,057</b>
Азот амонійний	-	0,154	0,09
БСК-5	-	0,422	0,462
Завислі речовини	-	0,381	0,352
Нітрати	-	0,502	0,474
Нітрити	-	0,015	0,015
Сульфати	-	1,610	1,611
Сухий залишок	-	20,84	20,20
Хлориди	-	2,933	2,780
ХСК	-	2,065	1,986
Інші	-	0,14	0,087

#### 1.4 Джерела впливу ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє природне середовище

Основним завданням роботи з аналізу джерел впливу на довкілля були збір, систематизація та стислий аналіз інформації про екологічні аспекти діяльності підприємства.

Під час проведення роботи було:

- проведено нараду з керівництвом підприємства, на якій підтверджені мета та завдання роботи;

- зібрано і узагальнено інформацію щодо дотримання екологічних вимог ведення екологічно безпечної діяльності підприємства на навколишнє природне середовище;
- проведено загальне натурне обстеження підприємства (території розташування об'єкту, виробничих приміщень, місць тимчасового та постійного розміщення відходів та інших будівель) та здійснено загальне оцінювання доказів для встановлення відповідності діяльності, заходів, умов, системи управління навколишнім природним середовищем та інформації з цих питань сучасними вимогам з охорони навколишнього природного середовища;
- на підставі проведеної роботи наведено стислий аналіз інформації про екологічні аспекти діяльності підприємства та підготовлено звіт;
- представлені рекомендації з основних напрямків та завдань щодо впорядкування природоохоронної діяльності на підприємстві відповідно сучасних вимог природоохоронного законодавства.

В результаті проведеної роботи з'ясовано, що на підприємстві в наявності всі дозволи та ліцензії з питань охорони навколишнього природного середовища, які необхідні для ведення господарської діяльності. Але для забезпечення дотримання сучасних вимог чинного природоохоронного законодавства виникає необхідність удосконалення системи управління з питань охорони навколишнього природного середовища на підприємстві та розроблення і впровадження низки внутрішніх документів, а також організаційно-технічних заходів.

#### **1.4.1 Стислий опис виробництва**

Казенний завод порошкової металургії (пізніше – ДП «Завод порошкової металургії») був створений за рішення Кабінету Міністрів України від 30 червня 1998 року № 987 шляхом перетворення Броварського

державного заводу порошкової металургії, перейменоване наказом Міністерство промислової політики України від 05.10.1998 р. № 339 і належить до сфери управління Міністерство промислової політики України.

Відповідно до Статуту, підприємство створено з метою одержання прибутку за рахунок виробничої та підприємницької діяльності в галузях порошкової металургії, виробництва вуглецевих тканин із волокон і виробів на їх основі та метало-галантереї. Основними видами діяльності підприємства є:

- виробництво феросплавів;
- виробництво залізного і легованого порошку та розпилених фероматеріалів;
- сталеве лиття;
- виробництво виробів з металевих порошків, а також порошків з тугоплавких металів;
- виробництво склопластиків і виробів з них;
- оброблення та покриття металів.

Підприємство має всі дозвільні документи для ведення виробничої діяльності.

Відповідно до державних актів на право користування землею, загальна площа земельних ділянок під об'єктами ДП «Завод порошкової металургії» складає 54,3291 га, в тому числі:

- 41,2356 га територія ДП «Завод порошкової металургії»;
- 5,09 га шламонакопичувач в с. Красилівка;
- 3,1935 га котельня та під'їзна колія;
- 0,21 га гуртожиток;
- 4,6 га база відпочинку «Любич» в межах Літківської сільської ради Броварського району.

Державне підприємство «Завод порошкової металургії» знаходиться за адресою: м.Бровари вул. Промвузол. Завод займається виготовленням металокерамічних деталей машинобудування, тугоплавких з'єднань та

виробів з фероматеріалів. На територію заводу є три в'їзди, загальна площа 4,5 га. Завод належить до Міністерства промислової політики України. Кількість працюючого персоналу – 965 осіб.

ДП «Завод порошкової металургії» складається з адміністративного та виробничих корпусів. На території заводу знаходиться :

- цех №1 залізних порошків;
- цех №2 спечених виробів;
- цех №3-5 спецпорошків та фрикційних дисків;
- інструментальний цех №7.

Допоміжне виробництво:

- ремонтно-механічний та електричний цехи №8, №9;
- ремонтно-будівельна дільниця №10;
- енерго-силовий цех с котельнею №11;
- транспортний цех №12, служби, ЦЗЛ.

Будівлі цехів II-го ступеню вогнестійкості, одноповерхові, обладнані блискавкозахистом. Перекриття із залізобетонних плит укладених по залізобетонним фермам. Вентиляція приточно-витяжна. Освітлення електричне.

Ремонтно-будівельна дільниця займається обробкою деревини. Будівля цеху виконана з залізобетонних плит, перекирття також. Цех стіною розділений на відділення. Опалення центральне, водяне, освітлення електричне та природне. Приміщення цеху має 5 пожежних кранів, 3 пожежних щита. Розміри цеху: довжина 54м, ширина 24м, висота 12м. До складу РБД входять наступні відділення: по виготовленню дерев'яної тари, матеріальна кладова, підсобні приміщення, кімната майстра, будівельна дільниця, відкрита ділянка покраски, склад фарб розмірами 20x10м. Межує з цехами №3 та №9(з'єднаний коридором). Кількість працюючих 14 чоловік. Частина РБД здається в аренду приватним підприємцям. Живлення відключається рубільником в цеху №9 та електропідстанцією цеху №8.

На території підприємства організоване протипожежне водопостачання. Зовнішнє протипожежне водопостачання: на території заводу знаходиться 47 пожежних гідрантів діаметром 150 мм, водопровід кільцевий. На території заводу також є відкрите водоймище ємністю 1400 м<sup>3</sup>. На заводі функціонує чотири артезіанські скважини, насосна станція обладнана насосом для підвищення тиску в пожежному водопроводі. Внутрішнє протипожежне водопостачання: приміщення заводу обладнано 110 пожежними кранами.

Генеральний план підприємства показано на рисунку 1.7.

#### **1.4.2 Джерела формування екологічної небезпеки на підприємстві**

Виробничий комплекс підприємства складається з наступних технологічних напрямків:

- виробництво залізного порошку;
- виробництво спечених виробів антифрикційного і конструкційного призначення на основі металів та тугоплавких сполук;
- виробництво спечених фрикційних дисків на основі бронзи;
- виробництво композиційних матеріалів і виробів на основі вугле- та склопластиків;
- виробництво пресформ та інструментів, буряковикопувальних установок;
- виробництво захисних газів;
- виробництво теплоносіїв;
- виробництво товарів народного споживання;
- ремонти і виготовлення устаткування.

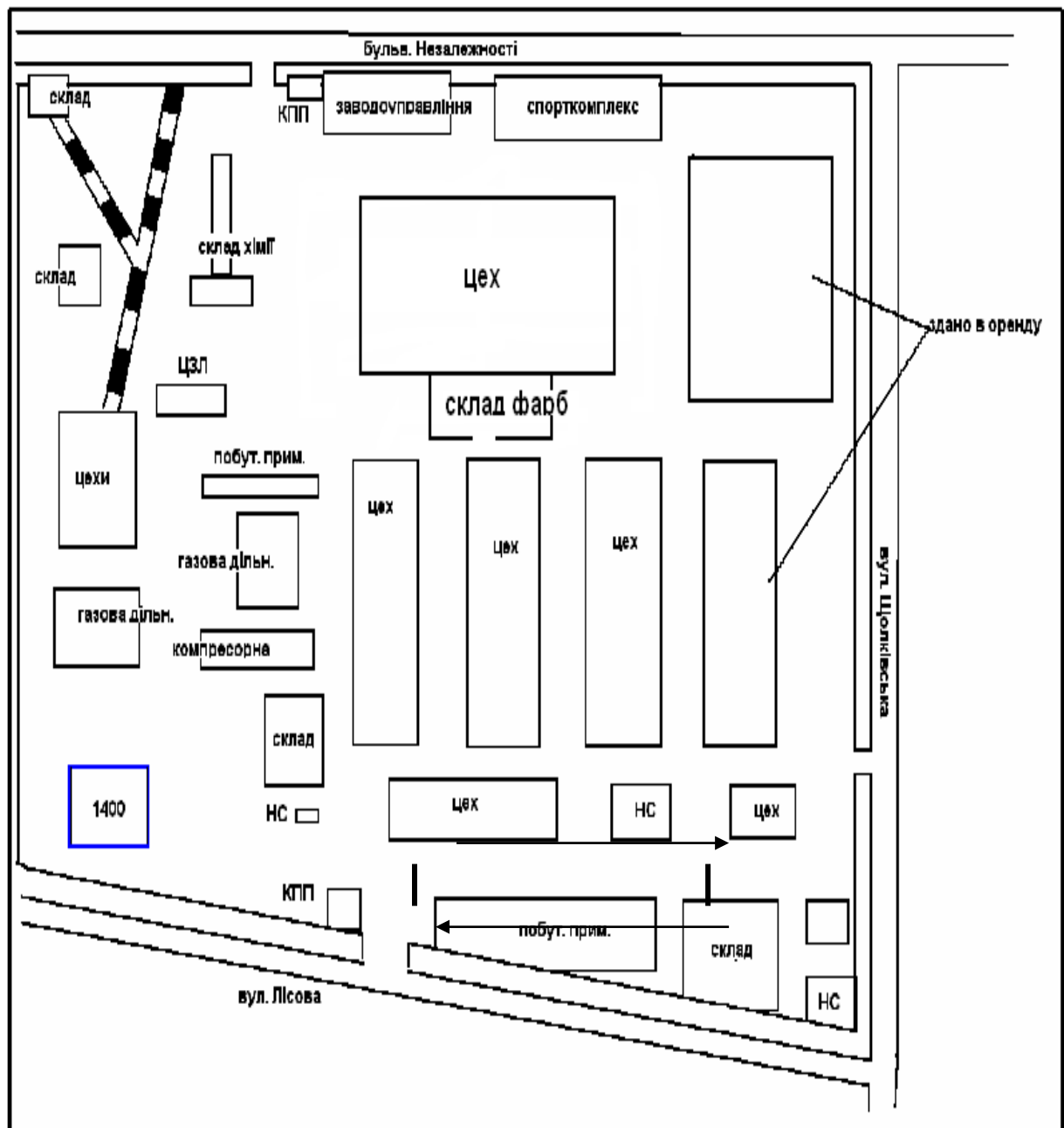


Рисунок 1.7 – Генеральний план ДП «Завод порошкової металургії», м. Бровари

В таблиці 1.4 представлено результати контрольних замірів на джерелах викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Узагальнені показники впливу підприємства на навколишнє природне середовище представлені у таблицях 1.5 – 1.8. Інформація про стан фінансування природоохоронних заходів на підприємстві представлена у таблиці 1.9.

Таблиця 1.4. Результати контрольних замірів на джерелах викидів забруднюючих речовин в атмосферу

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
1	Цех № 1. Цех залізних порошків Електродугова піч ДСП 6Н/1	1	22,0	1,8	4,01	44,0	10,2	Речовини у вигляді суспендованих твердих часток, недиференційованих за складом	48,0	0,4	150,0
								Вуглецю оксид	245,0	2,5	245,0
2	Цех № 1. Цех залізних порошків Змішувач СМ-800 Змішувач СМ-1000 Вібросіто Верстат розмолу стерату	17	30,0	0,7	15,59	20,0	6,0	Речовини у вигляді суспендованих твердих часток, недиференційованих за складом	13,6	0,082	150,0



Продовження табл. 1.4

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
3	Цех № 1. Цех залізних порошків Змішувачі і подрібнювач	19	14,0	0,5	9,17	20,0	1,8	—//—	7,75	0,014	150,0
4	Цех № 1. Цех залізних порошків Дробарка змішувача	21	14,0	0,5	12,22	20,0	2,4	—//—	7,85	0,018	150,0
5	Цех № 1. Цех залізних порошків Шліфувальні верстати	22	14,0	0,3	18,39	20,0	1,3	—//—	13,1	0,018	150,0
6	Цех № 1. Цех залізних порошків Подрібнювачі	23	14,0	0,5	5,6	18,0	1,1	—//—	16,4	0,018	150,0

Продовження табл. 1.4

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
7	Цех № 1. Цех залізних порошків Змішувач	24	14,0	0,45	9,74	20,0	1,55	—//—	6,4	0,0096	150,0
8	Цех № 1. Цех залізних порошків Змішувач	27	13,0	0,45	7,29	19,0	1,16	—//—	5,65	0,0066	150,0
9	Цех № 1. Цех залізних порошків Преси	34	16,0	0,5	10,65	22,0	2,1	—//—	5,5	0,012	150,0
10	Цех № 1. Цех залізних порошків Здавання спецпродукції	35	12,0	0,6	12,38	20,0	3,1	—//—	6,45	0,022	150,0

Продовження табл. 1.4

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
11	Цех № 1. Цех залізних порошків Вібросіто, шнек і робоче місце фасовщика	40	18,0	0,8	9,0	18,0	4,5	—//—	7,3	0,033	150,0
12	Цех № 1. Цех залізних порошків Роторні преси Д1143	41	14,0	0,52	13,98	20,0	3,0	—//—	8,3	0,025	150,0
13	Цех № 1. Цех залізних порошків Змішувачі	42	23,0	0,63	9,14	20,0	2,85	—//—	11,0	0,031	150,0
14	Цех № 1. Цех залізних порошків Булат і піскоструйка	44	13,0	0,6	7,6	20,0	2,15	—//—	5,1	0,033	150,0

Продовження табл. 1.4

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
15	Цех № 1. Цех залізних порошків Пост зварювання, заточні верстати	45	11,0	0,5	9,68	18,0	1,9	—//—	11,0	0,022	150,0
16	Цех № 1. Цех залізних порошків Шліфувальні верстати	46	12,0	0,67	5,95	18,0	2,1	—//—	11,5	0,021	150,0
17	Цех № 1. Цех залізних порошків Деревообробні верстати	60	11,0	1,0	4,94	20,0	3,88	—//—	15,5	0,0121	150,0
18	Цех № 1. Цех залізних порошків Місце скручування	68	5,0	0,3	14,15	20,0	1,0	—//—	10,5	0,0141	150,0

Закінчення табл. 1.4

№ з/п	Цех, технологічне устаткування	№ джерела викиду	Параметри джерела		Параметри газоповітряної суміші			Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викиду в атмосферу	
			Ви-сота, м	Діа-метр, м	Швид-кість, м/с	Тем-пера-тура, °С	Об'єм м <sup>3</sup> /с			Вимір, г/с	ГДВ, мг/м <sup>3</sup>
19	Цех № 1. Цех залізних порошоків Токарні верстати	77	14,0	0,5	18,9	18,0	3,7	—//—	2,5	0,01	150,0
20	Цех № 1. Цех залізних порошоків Дробарка	85	20,0	0,4	18,5	14,0	2,3	—//—	3,2	0,0074	150,0
21	Котельня Гараж	73	10,0	0,25	6,2	103,0	0,3	Азоту діоксид Вуглецю оксид	92,0 35,0	0,027 0,011	92,0 35,0

Таблиця 1.5. Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря (у млн м<sup>3</sup>) на підприємстві від стаціонарних джерел

Показник	Всього, тис.т			
	2016	2017	2018	2019
Викиди в атмосферне повітря	0,070	0,061	0,057	0,045

Таблиця 1.6. Скиди забруднених зворотних вод (у млн м<sup>3</sup>) у природні поверхневі водні об'єкти на підприємстві

Показник	Всього			У тому числі					
				без очищення			недостатньо очищених		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Скиди у водні об'єкти	0,511	0,665	0,450	0,511	0,665	0,450	–	–	–

Таблиця 1.7. Утворення відходів на підприємстві (у тис. тон), у тому числі I-III класів небезпеки

Показник	2016	2017	2018	2019
всього:	1,609	1,865	1,492	1,200
у тому числі I-III класів небезпеки	0,001	0,001	0,001	0,001

Відображене у таблиці 1.9 зменшення викидів в атмосферне повітря відбулося за рахунок заміни парових котлів на автономне електричне опалення. Земель, які підлягають рекультивуванню, завод на балансі не має.

Таблиця 1.8. Інформація про стан фінансування природоохоронних заходів на підприємстві

Найменування статей	2016	2017	2018	2019
<b>Витрати підприємства</b>				
Капітальні витрати, тис. грн	10,088	8,381	5,956	10,000
Поточні витрати, тис. грн	1612,676	1698,652	1926,112	2000,000
Інші витрати на природоохоронні заходи, тис. грн	59,138	91,438	105,074	100,000
<b>Всього, тис. грн</b>	<b>1681,902</b>	<b>1798.516</b>	<b>2037,142</b>	<b>2110,000</b>
<b>Екологічні збори та виплати</b>				
Сплачено екологічного збору, тис. грн	12,114	11,459	16,664	20,000
За спеціальне водокористування, тис. грн	13,501	24,378	29,194	27,638
<b>Екологічний ефект від впроваджених заходів</b>				
- зменшено викидів в атмосферне повітря, тис. тон	–	3,958	3,958	3,958
- зменшено скидів забруднених та недостатньо-очищених вод. млн.м <sup>3</sup>	–	–	–	–
- зменшено утворення відходів виробництва, у тому числі I-III класів небезпеки, тис. тон	–	–	–	–
- рекультивовано порушених земель, га	–	–	–	–

Зворотні води скидаються у р. Красилівка з головного колектора зливових вод, який знаходиться на балансі ДП «Завод порошкової металургії». В головний колектор потрапляють зливі стоки від промвузла та частини міста Бровари.

Представлені дані вказують на необхідність суттєвого вдосконалення системи управління екологічною безпекою на підприємстві, зокрема, за напрямом очищення стічних вод. Особливої важливості це завдання набуває з урахуванням безпосереднього сусідства підприємства до столиці України, міста Київ.



## 2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА

### 2.1 Система управління екологічною безпекою ДП «Завод порошкової металургії»

Відповідальним за управління навколишнім природним середовищем на підприємстві є заступник головного інженера, контроль за станом навколишнього природного середовища здійснює екологічна лабораторія. Персонал підприємства проінформований про екологічні впливи виробничої діяльності.

Природоохоронні заходи на підприємстві здійснюються відповідно до стандарту казенного заводу порошкової металургії (СТП 147 15-03.04:2010) «Порядок ведення природоохоронної роботи при технічній експлуатації газоводоочисних споруд, технологічного устаткування, яке виділяє шкідливі речовини в навколишнє середовище» [21].

Накази про призначення відповідальних осіб по структурних підрозділах підприємства з питань охорони повітря, вод та поводження з відходами є в наявності. На підприємстві також є в наявності план заходів щодо запобігання аварій, а також ліквідації їх шкідливих екологічних наслідків, система пожежогасіння дієздатна та підтримується у належному стані. Підприємство співпрацює з місцевими органами самоврядування та виконавчої влади, з екологічними та санітарно-епідеміологічними службами.

Станом на сьогодні підприємство має всі дозволи та ліцензії з питань охорони навколишнього природного середовища, зокрема ліцензії «Заготівля, переробка, металургійна переробка металобрухту чорних металів» та «Придбання, зберігання, перевезення, відпуск, знищення прекурсорів (списку 2 таблиці IV, ацетон, толуол,

соляна та сірчана кислоти) Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів».

Підприємство має дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, спеціальне водокористування та на розміщення відходів.

Нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДС) забруднюючих речовин, технічні паспорти відходів, реєстрова карта об'єкту утворення відходів, паспорт місця видалення відходів, а також договори на водопостачання та водовідведення, на утилізацію та захоронення відходів на підприємстві в наявності, первинний облік відходів, водопостачання та водовідведення ведеться.

Статистична звітність у сфері охорони навколишнього природного середовища та товарних ринків ведеться. Плата зборів за спеціальне використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища здійснюється вчасно.

Державна екологічна інспекція в Київській області склала Акт перевірки дотримання вимог природоохоронного законодавства. За результатами перевірки встановлено:

- відсутні проекти та акти вводу в експлуатацію електронагрівачів «Кулон-100» та «Кулон-25» для опалення адміністративно-побутових та інших приміщень, газових котлів КС-50 ТГ для опалення приміщень цеху № 12, 2-х шахтних печей цеху № 4;
- із 20 спостережних свердловин побудованих навколо шламонакопичувача на 9-ти свердловинах контроль за якістю підземних вод не виконується;
- на підприємстві відсутній спеціальний дозвіл (ліцензія) на користування надрами;

- структурні підрозділи підприємства не в повній мірі забезпечені контейнерами для роздільного збирання відходів, контейнери для відходів без відповідних написів;
- виявлено знесення зелених насаджень до ступеня припинення росту.

З метою усунення виявлених недоліків підприємством підготовлено та реалізується план проведення відповідних організаційно-технічних заходів.

## **2.2 Стисла характеристика впливу підприємства на навколишнє природне середовище**

Підприємство перебуває на державному обліку в галузі охорони атмосферного повітря. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря здійснюється стаціонарними джерелами. На підприємстві наявні:

- звіт про інвентаризацію джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- документи у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами;
- технічний звіт виконання робіт по натурним дослідженням стану навколишнього природного середовища під час ведення господарської діяльності.

Для підприємства встановлені гранично допустимі викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Підприємство здійснює державне статистичне спостереження, веде журнали обліку викидів забруднюючих речовин та надає в установленому порядку «Звіт про охорону атмосферного повітря» (ф. № 2-тп).

Водопостачання підприємства здійснюється з власних артезіанських свердловин та комунальним підприємством Київської обласної ради «Бровариводоканал» для забезпечення виробничих та господарсько-побутових потреб. Первинний облік водоспоживання (журнали ПОД-11, ПОД-12) ведеться.

Водоочисні споруди з насосною станцією знаходяться на території підприємства, територія не огорожена.

Водовідведення з підприємства здійснюється за договором з комунальним підприємством Київської обласної ради «Бровариводоканал», а також в колектор промзливної каналізації з відведенням в р. Красилівка та скидом в р. Трубіж, а також у власний шламонакопичувач.

Первинний облік водовідведення і якості стічних вод (журнали ПОД-11, ПОД-12, ПОД-13) та облік аварійних скидів ведеться.

Для підприємства встановлені гранично допустимі скиди забруднюючих речовин. У звіті про використання води (форма №-1 тп (водгосоп)) зазначено перевищення ГДС нітритів у 1,8 рази, нітратів - 4,4 рази, фосфатів - 1,8 рази, сухого залишку - 1,3 рази.

На підприємстві згідно наданого дозволу на розміщення відходів утворюються наступні види відходів:

- лампи люмінесцентні відпрацьовані, матеріали обтиральні (промасляне ганчір'я), відпрацьовані акумулятори, відпрацьовані автомобільні шини, що передаються на утилізацію іншим суб'єктам господарської діяльності, які мають ліцензії на провадження відповідної діяльності;
- відпрацьовані масла гідравлічні, шлам феросплавного виробництва та відходи графітових електродів, які утилізуються на підприємстві;

- частина брухту шамотної цегли та вогнетривких виробів магнезійних використовуються на підприємстві, а залишок передається на розміщення на полігон промислових відходів;
- тирса реалізується населенню;
- відходи гальванічного виробництва гідроксидів металів зберігаються на підприємстві у спеціально відведеному місці, у шламонакопичувачі;
- будівельні відходи, графіт, матеріали вуглецево-графітні та зіпсовані вироби з них, сполуки безкисневі тугоплавкі, азбест, маггеріали азбестові зіпсовані, бій цегли шамотної, стружка від оброблення склопластиків, пил від оброблення склопластиків, магнезит некондиційний, шлак ливарний пічний; шлак ливарний ковшовий, брухт вогнетривких виробів та стрічка жароміцна, які передаються на полігон промислових відходів;
- відходи комунальні (міські) змішані, в т.ч. сміття з урн, які передаються на схоронення на полігон твердих побутових відходів.

На підприємстві здійснюються державні статистичні спостереження (№3-МТП (сировина), №4-МТП (паливо), №14-МТП (про утворення і використання вторинної сировини та відходів виробництва), №1- небезпечні відходи (про утворення, оброблення та утилізацію відходів I-III класів небезпеки).

Як можна бачити з попереднього аналізу, однією з нагальних проблем є скидання досить великих обсягів стічних вод в колектор промзливної каналізації з відведенням в р. Красилівка та скидом в р. Трубіж, а також у власний шламонакопичувач.

### **2.3 Аналіз сучасних способів очищення стічних вод металургійних підприємств**

У таблиці 2.1 представлено підходи до класифікації способів очищення стічних вод.

Процес видалення забруднюючих речовин з промислових стічних вод включає в себе декілька етапів [22]:

1. попередній, який складається з прохіджування і виділення важких домішок, усереднення і зберігання стічних вод, а також відділення нафти);
2. первинний, що включає в себе нейтралізацію та відстоювання стічної води;
3. вторинний, який складається з відстоювання, використання активного мулу і біологічних фільтрів, анаеробного зброджування, аерації або закачування в свердловини;
4. третинний, що включає в себе екстракцію, коагуляцію та відстоювання, фільтрацію, вугільна адсорбцію та іонообмін.

Ці процеси використовують в різних поєднаннях в залежності від типу виробництва, складу стоків, а також вимог до якості очищеної води.

Питомі капітальні витрати на будівництво комплексу первинного очищення є приблизно в 1,5-1,8 рази меншими, ніж вторинного, та у 8-10 разів меншими, ніж третинного. Також важливим є вартість застосовуваної технології води, адже її очищення до 99% коштує в 10 разів дорожче, а очищення до 99,9% – у 100 разів дорожче, ніж до 90%.

Системи водопостачання промислових підприємств повинні задовольняти двом основним вимогам:

1. Безперебійне забезпечення виробництва водою необхідної кількості і якості.
2. Захист водних джерел від забруднень.

Таблиця 2.1 – Класифікація способів очищення стічних вод [22]

Спосіб очищення	Класифікації, що використовуються
<b>Очищення від твердих частинок</b>	
Процеджування	За видами решіток: <ul style="list-style-type: none"> <li>- з металургійних стержнів, решітки-дробарки, волокновловлювачі</li> </ul> За конструкцією обладнання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- з вертикальними решітками,</li> <li>- з нахиленими решітками</li> </ul>
Відстоювання	За видами вловлюваної речовини: <ul style="list-style-type: none"> <li>- пісковловлювачі: горизонтальні з прямолінійним рухом води, горизонтальні з коловим рухом води, вертикальні, аеровані,</li> <li>- відстійники: горизонтальні, вертикальні, радіальні, комбіновані</li> </ul>
Механічне розділення	За конструкцією обладнання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- відкриті гідроциклони,</li> <li>- напірні гідроциклони</li> </ul>
Фільтрування	За конструкцією фільтрів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- мікрофільтри,</li> <li>- електромагнітні фільтри;</li> </ul> За видами матеріалу фільтрів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- кварцевий пісок,</li> <li>- подрібнений шлак,</li> <li>- гравій,</li> <li>- антрацит</li> </ul> За кількістю шарів матеріалу: <ul style="list-style-type: none"> <li>- одношарові або багатошарові</li> </ul>

Продовження табл. 2.1

Спосіб очищення	Класифікації, що використовуються
Очищення від маслопродуктів	
Відстоювання	За конструкцією обладнання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- відстійники,</li> <li>- масловловлювачі</li> </ul> За видами реагентів: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{NaCl}$ , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , суміш реагентів
Механічне розділення	За конструкцією обладнання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- напірні гідроциклони</li> </ul>
Флотація	За способом утворення бульбашок: <ul style="list-style-type: none"> <li>- напірна,</li> <li>- пневматична,</li> <li>- пінна,</li> <li>- хімічна,</li> <li>- біологічна,</li> <li>- електрофлотація</li> </ul>
Фільтрування	За конструкцією фільтрів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- мікрофільтри,</li> <li>- електромагнітні фільтри;</li> </ul> За видами матеріалу фільтрів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- кварцевий пісок,</li> <li>- доломіт,</li> <li>- керамзит,</li> <li>- глауконіт,</li> <li>- пінополіуретан</li> </ul>



Продовження табл. 2.1

Спосіб очищення	Класифікації, що використовуються
Очищення від розчинних домішок	
Екстракція	За видами екстрагентів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- бензол,</li> <li>- бутицелат</li> </ul>
Сорбція	За видами сорбентів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- активоване вугілля,</li> <li>- зола,</li> <li>- торф,</li> <li>- тирса,</li> <li>- шлаки,</li> <li>- глина</li> </ul>
Нейтралізація	За видами забруднювачів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- кислоти,</li> <li>- луги,</li> <li>- технічна сірчана кислота</li> </ul> За видами реагентів: NaOH, KOH, вапно, вапняк, доломіт, крейда, мармур, магнезит, сода
Електрокоагуляція	За видами забруднювачів: хром, інші важкі метали, ціаніди
Іонообмін Озонування	За забруднювачів: важкі метали, ціаніди, сульфідні
Кондиціонування	За способом оброблення: <ul style="list-style-type: none"> <li>- неорганічним реагентом,</li> <li>- теплове оброблення,</li> <li>- оброблення поліелектролітами,</li> <li>- заморожування,</li> <li>- електрокоагуляція</li> </ul>

Закінчення табл. 2.1

Спосіб очищення	Класифікації, що використовуються
Очищення від розчинних домішок	
Зневоднення	За способом оброблення: <ul style="list-style-type: none"> <li>- висушування на мулових майданчиках,</li> <li>- вакуум-фільтрація,</li> <li>- фільтр-пресування,</li> <li>- віброфільтрування,</li> <li>- термічне висушування</li> </ul>
Очищення від органічних домішок	
Використання штучних та природних споруд	За способом оброблення: <ul style="list-style-type: none"> <li>- на полях фільтрації,</li> <li>- на полях зрошення,</li> <li>- в біологічних ставках,</li> <li>- з природною аерацією,</li> <li>- зі штучною аерацією,</li> <li>- біологічні фільтри,</li> <li>- аеротенки,</li> <li>- окситенки</li> </ul>

На виконання цих вимог впливають наступні фактори:

- структура виробництва, зокрема: види переділів, технологія і склад основного і допоміжного обладнання, обсяг і номенклатура продукції;
- структура системи водопостачання, зокрема: схема водопостачання, якість «свіжої» технічної води, склад обладнання кондиціонування і транспортування використовуваної води, а також технологія утилізації та видалення відходів).

Загалом для очищення стічних вод підприємств використовується шість технологічних схем водопостачання:

- схема 1 – прямоточна система, у якій скидання води в водойми здійснюється без очищення;
- схема 2 – система повторного використання води з наступним скиданням її без очищення;
- схема 3 – повторного використання води (скидання без очищення) і з висвітленням стічних вод на спорудах очистки та стабілізації;
- схема 4 – система повторного використання умовно-чистої води і оборотного водопостачання забрудненої води;
- схема 5 – система оборотного водопостачання з утилізацією залізовмісних відходів, частини нафтопродуктів і добре розчинних солей;
- схема 6 – система безстічного водопостачання, у якій утилізуються всі відходи і практично відсутні обсяги стічних вод, що скидаються у водоймища.

Схема 1 на підприємствах сьогодні практично не застосовується. Схеми 2 та 3 застосовуються на підприємствах, розташованих поблизу потужних водних джерел. У всіх трьох схемах практично відсутня утилізація забруднювачів, що є їх беззаперчним недоліком. Схема 4 зазвичай формується в процесі реконструкції схем 2 і 3. Найбільш широко використовується схема 5. Схема 6 є найперспективнішою і використовується при проектуванні нових підприємств. Розподіл забруднення води забруднювачами при застосуванні різних схем очищення представлено на рисунку 2.1.

Як можна бачити, для схем 1–4 забруднення нафтопродуктами вихідних стічних вод складає більше половини усього обсягу забруднювачів. Для схем 5 і 6, натомість, більшість складають розчинні речовини. Зокрема, для схеми 6 вони складають 100% забруднення. Вказане співвідношення має

бути враховане при розробці технології очищення стічних вод на нашому підприємстві.

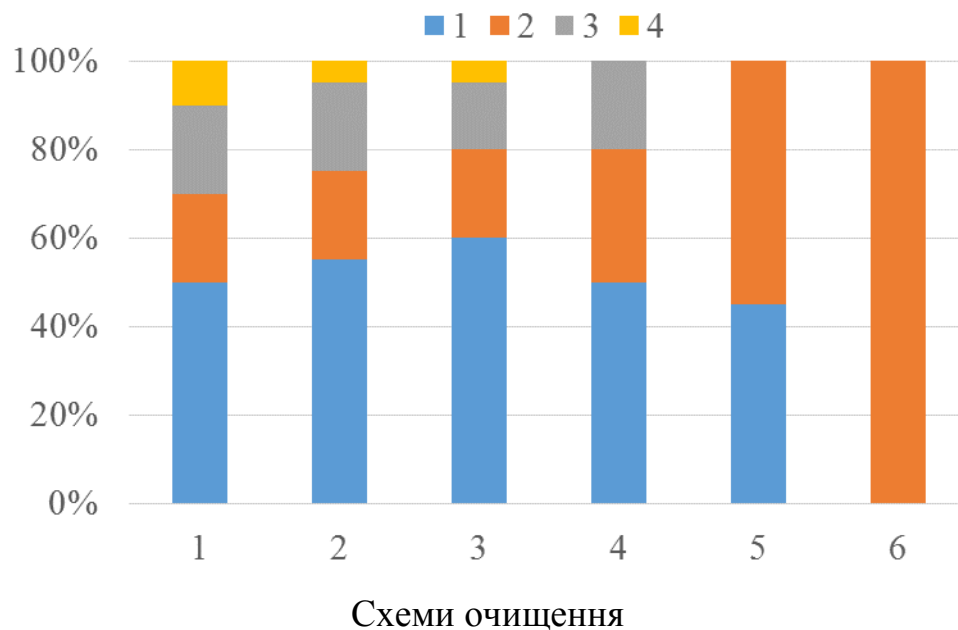


Рисунок 2.1 – Розподіл забруднень стічних вод забруднювачами при використанні різних схем очищення:

- 1 – частка забруднення нафтопродуктами;
- 2 – частка забруднення добре розчинними речовинами;
- 3 – теплове забруднення;
- 4 – частка твердих завислих речовин

#### **2.4 Розробка технології очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії»**

Зважаючи на сучасний стан виробництва та виробничих потужностей підприємства, пропонується розробити та впровадити технологію очищення стічних вод підприємства за схемою 5, тобто систему оборотного водопостачання. Фактично система зворотного водопостачання являє собою специфічну виробничу систему, яка має бути реалізована у структурі підприємства.

Структуру системи оборотного водопостачання представлено на рисунку 2.2.

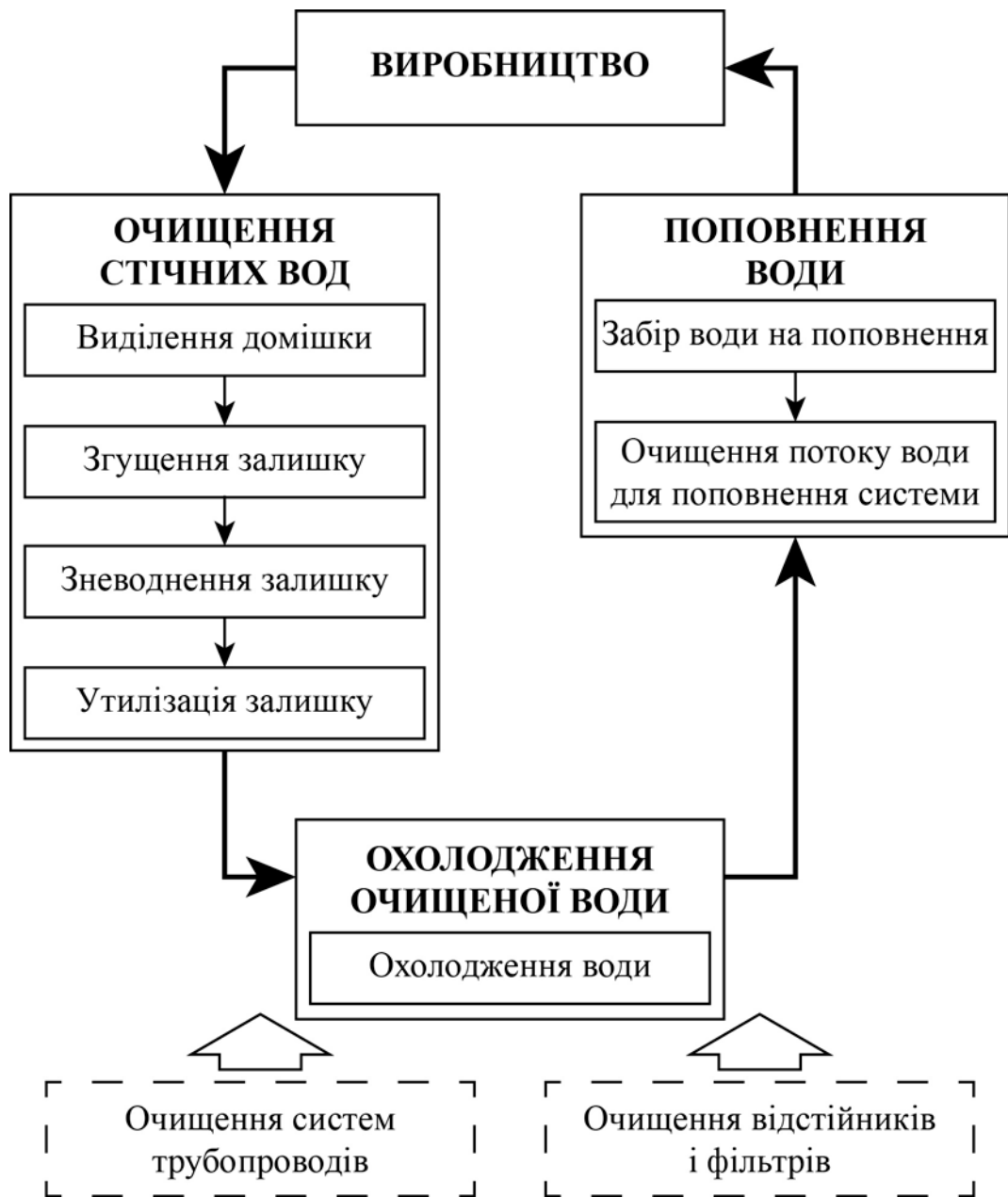


Рисунок 2.2 – Технологічна схема системи оборотного водопостачання

Оборотний цикл водопостачання пропонується реалізувати як комплекс наступних операцій:

- виділення домішки,
- згущення залишку,
- зневоднення залишку,

- утилізація залишку,
- забір води на поповнення,
- очищення потоку води для поповнення системи,
- охолодження води,
- очищення систем трубопроводів,
- очищення відстійників і фільтрів.

Останні дві операції мають реалізовуватися періодично у відповідності до графіку роботи підприємства у періоди, коли система очищення стічних вод не працює.

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ БЛОКУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ У СИСТЕМІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

#### 3.1 Розрахунок та проектування вертикальних відстійників

Для виділення окремих твердих часток може використовуватися такий пристрій, як відстійник. Схема вертикального відстійника представлена на рисунку 3.1.

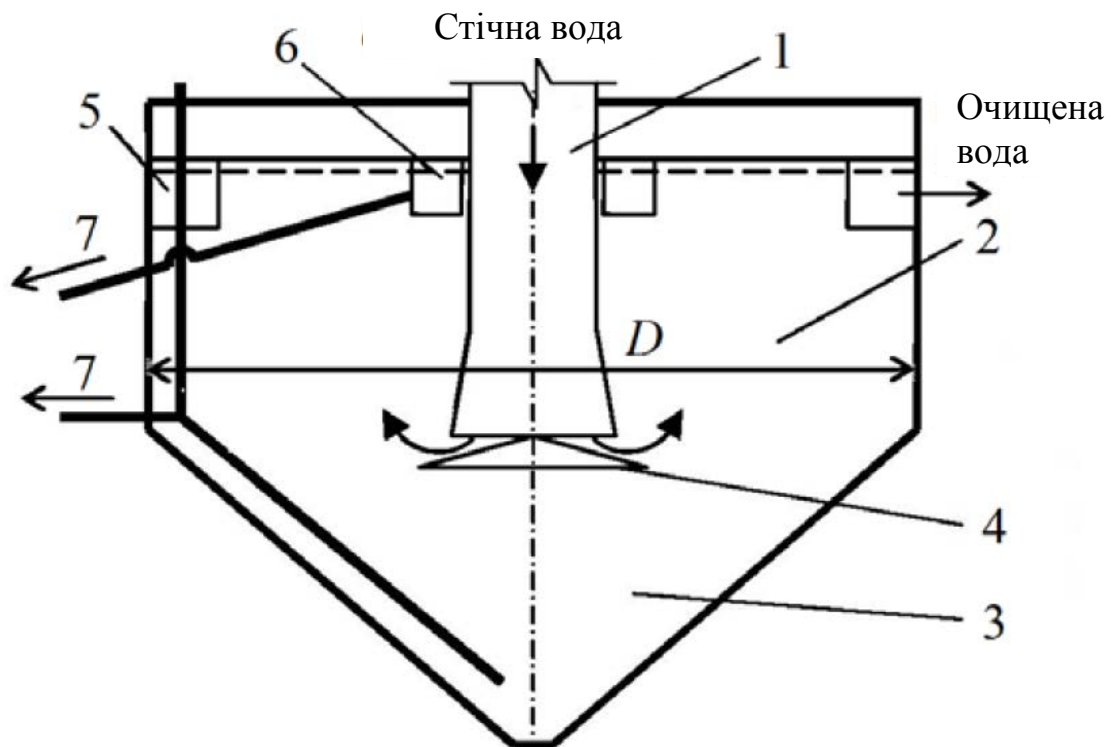


Рисунок 3.1 – Схема вертикального відстійника:

- 1 – центральна труба; 2 – зона відстоювання; 3 – осадочна частина;
- 4 – відбивальний щит; 5 – периферійний збиральний лоток;
- 6 – кільцевий лоток; 7 – видалення осаду

Розрахунок параметрів відстійника виконаємо згідно рекомендацій [3, 4]. У якості вихідних даних приймемо наступні значення: матеріал

влівлюваних частинок – кварц, густина матеріалу  $\rho_{част} = 2650 \text{ кг/м}^3$ , діаметр частинки  $d = 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ , об'ємна витрата стічної води  $Q = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ .

1. Обраховуємо величину критерію Архімеда  $Ar$  за формулою

$$Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_{част} - \rho) \cdot \rho}{\mu^2}, \quad (3.1)$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;  $d$  – діаметр кулеподібної частинки, м;  $\rho_{част}$  – густина матеріалу частинки,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho$  – густина рідкого середовища,  $\text{кг/м}^3$  (для води приймаємо рівним  $1000 \text{ кг/м}^3$ );  $\mu$  – динамічний коефіцієнт в'язкості рідкого середовища,  $\text{Па} \cdot \text{с}$  (приймаємо рівним  $\mu = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ).

$$Ar = \frac{9,81 \cdot (100 \cdot 10^{-6})^3 \cdot (2650 - 1000) \cdot 1000}{(1,14 \cdot 10^{-3})^2} = 12,45,$$

2. Визначаємо за значенням критерію Архімеда  $Ar$  режим осаджування частинок:

- якщо  $Ar \leq 36$  – ламінарний режим осаджування;
- якщо  $36 < Ar \leq 83000$  – перехідний режим осаджування;
- якщо  $Ar \geq 83000$  – автомобельний режим осаджування.

Режим осаджування – ламінарний.

3. За відомим режимом осаджування визначаємо величину критерію Рейнольдса  $Re$  з використанням методу Ляценка за однією з наступних формул:

- ламінарний режим осаджування ( $Ar \leq 36$ )



$$Re = \frac{Ar}{18}; \quad (3.2)$$

– перехідний режим осаджування ( $36 < Ar \leq 83000$ )

$$Re = 0,152 \cdot Ar^{0,715}; \quad (3.3)$$

– автомодельний режим осаджування ( $Ar \geq 83000$ )

$$Re = 1,74 \cdot \sqrt{Ar}. \quad (3.4)$$

За відомим режимом осаджування визначаємо величину критерію Рейнольдса  $Re$  з використанням методу Лященка для ламінарного режиму осаджування за формулою (3.2):

$$Re = \frac{12,45}{18} = 0,69.$$

4. За рівнянням для критерію Рейнольдса

$$Re = \frac{w_{oc} \cdot d \cdot \rho}{\mu}, \quad (3.5)$$

отримаємо вираз для визначення величини швидкості осаджування

$$w_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho}; \quad (3.6)$$

$$w_{oc} = \frac{0,69 \cdot 1,14 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} = 0,008 \text{ м/с.}$$

5. Обраховуємо потрібну площу осаджування  $F_{oc}$ , м<sup>2</sup> за формулою:

$$F_{oc} = \frac{Q}{w'_{oc}}, \quad (3.7)$$

де  $Q$  – об'ємна витрата стічної води, м<sup>3</sup>/с;  $w'_{oc}$  – дійсна швидкість осаджування, значення якої обчислюємо приблизно за формулою:

$$w'_{oc} = 0,5 \cdot w_{oc}; \quad (3.8)$$

$$w'_{oc} = 0,5 \cdot 0,008 = 0,004 \text{ м/с};$$

$$F_{oc} = \frac{0,1}{0,004} = 25 \text{ м}^2.$$

6. Обраховуємо діаметр вертикального відстійника  $D$ , м за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{oc}}{\pi}}; \quad (3.9)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 25}{3,14}} = 5,64 \text{ м}.$$

7. Для підвищення ефективності роботи запропонованої у п. 2.4 технології очищення, зокрема, для забезпечення її безперервної роботи навіть у випадку потреби в очищенні, запропоновано підвищити кількість відстійників, які будуть використовуватися у системі паралельно. Визначимо кількість відстійників рівною  $N=5$ . У випадку, коли один з відстійників зупинено з метою проведення його очищення від осаду, решта відстійників має забезпечити надійну роботу системи, отже у цьому випадку площа осаджування одного відстійника має дорівнювати

$$F_{oc}^* = \frac{F_{oc}}{N-1}; \quad (3.10)$$

$$F_{oc}^* = \frac{25}{5-1} = 6,25 \text{ м}^2.$$

Тоді діаметр окремого відстійника обчислимо за формулою, аналогічною формулі (3.9)

$$D^* = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{oc}^*}{\pi}}; \quad (3.11)$$

$$D^* = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,25}{3,14}} = 2,82 \text{ м}.$$

8. Товщину стінок відстійника визначаємо з конструктивних міркувань. Заплановано створити його з листового металу товщиною 1 мм. Розміри допоміжних відсіків слід також приймати з конструктивних міркувань.

### **3.2 Моделювання залежності параметрів функціонування блоку вертикальних відстійників від розміру частинок, що вловлюються**

Значення параметрів процесу функціонування спроектованого блоку вертикальних відстійників суттєвим чином залежать від розміру частинок, що мають бути вловлені ними. Зокрема, діаметр частинок входить у розрахунки за формулами (3.1), (3.5) та (3.6) для обчислення значень критерію Архімеда, критерію Рейнольдса та швидкості осаджування частинок. В подальшому вказані величини безпосередньо впливають на значення площі осаджування та діаметру вертикального відстійника.

Метою дослідження є підвищити ефективність роботи технологічного процесу очищення стічних вод на ДП «Завод порошкової металургії» шляхом розробки системи динамічного управління роботою блоку вертикальних відстійників.

Об'єкт дослідження – процес функціонування блоку вертикальних відстійників розробленої системи очищення стічних вод.

Предмет дослідження – вплив розміру частинок на параметри функціонування блоку вертикальних відстійників розробленої системи очищення стічних вод.

### 3.2.1 Дослідження впливу розміру частинок на режим їх осаджування

Як було показано вище, режим осаджування визначається за величиною критерію Архімеда. За формулою (3.1) отримуємо залежність критерію Архімеда

$$Ar(d) = \frac{g \cdot (\rho_{част} - \rho) \cdot \rho \cdot d^3}{\mu^2}, \quad (3.12)$$

або за заданих для підприємства умов

$$Ar(d) = \frac{9,81 \cdot (2650 - 1000) \cdot 1000}{(1,14 \cdot 10^{-3})^2} \cdot d^3 = 12,45 \cdot 10^{12} \cdot d^3. \quad (3.13)$$

На рисунку 3.2 представлено графік модельної функції (3.13) разом з лініями граничних значень критерію Архімеда для ламінарного, перехідного та автотельного режимів осаджування.

За результатами розрахунків встановлено діапазони розмірів частинок, які відповідають режимам осаджування:

– якщо  $Ar \leq 36$  – ламінарний режим осаджування

$$0 \leq d \leq 142,47 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

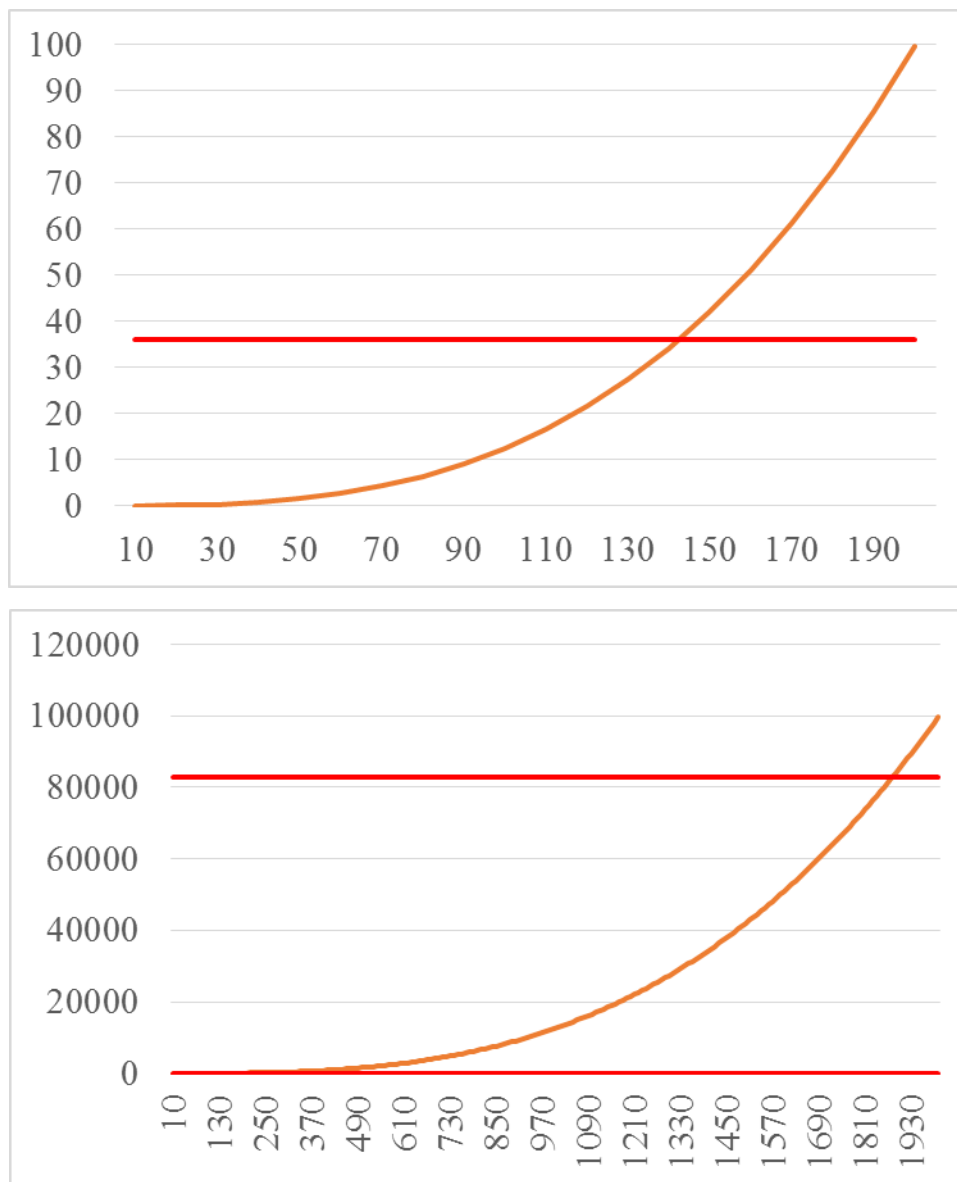


Рисунок 3.2 – Графік моделюючої функції залежності критерію Архімеда від діаметра частинок, що осаджуються (червоними лініями показано граничні значення, які визначають переходи між режимами осаджування)

– якщо  $36 < Ar \leq 83000$  – перехідний режим осаджування

$$142,47 \cdot 10^{-6} \text{ м} < d \leq 1882,07 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

– якщо  $Ar \geq 83000$  – автомобільний режим осаджування

$$d > 1882,07 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

За результатами очислень можна встановити, що при осаджуванні частинок діаметром до 0,14247 мм режим осаджування буде ламінарним, а більше 0,14247 мм – перехідним. Досягнення ж автомобельного режиму відповідає розміру частинок 1,882 мм.

З урахуванням формул (3.2)-(3.4) та залежності (3.13) отримаємо моделюючу функцію для визначення величини критерію Рейнольдса у наступному вигляді:

$$\left[ \begin{cases} Re = 0,69 \cdot 10^{12} \cdot d^3, \\ 0 \leq d \leq 142,47 \cdot 10^{-6}; \\ Re = 0,35 \cdot 10^9 \cdot d^{2,145}, \\ 142,47 \cdot 10^{-6} < d \leq 1882,07 \cdot 10^{-6}; \\ Re = 6,14 \cdot 10^6 \cdot d^{1,5}, \\ d > 1882,07 \cdot 10^{-6}. \end{cases} \right. \quad (3.14)$$

На рисунку 3.3 представлено графік моделюючої функції (3.14).

### **3.2.3 Розробка математичної моделі процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії»**

Головним обмеженням функціонування системи очищення є неможливість гнучкого корегування геометричних розмірів вертикальних відстійників через фактичну неможливість їх змінювання у вже наявних пристроях. Єдиною можливістю регулювання роботи системи є зміна кількості одночасно працюючих відстійників із зміною розмірів частинок

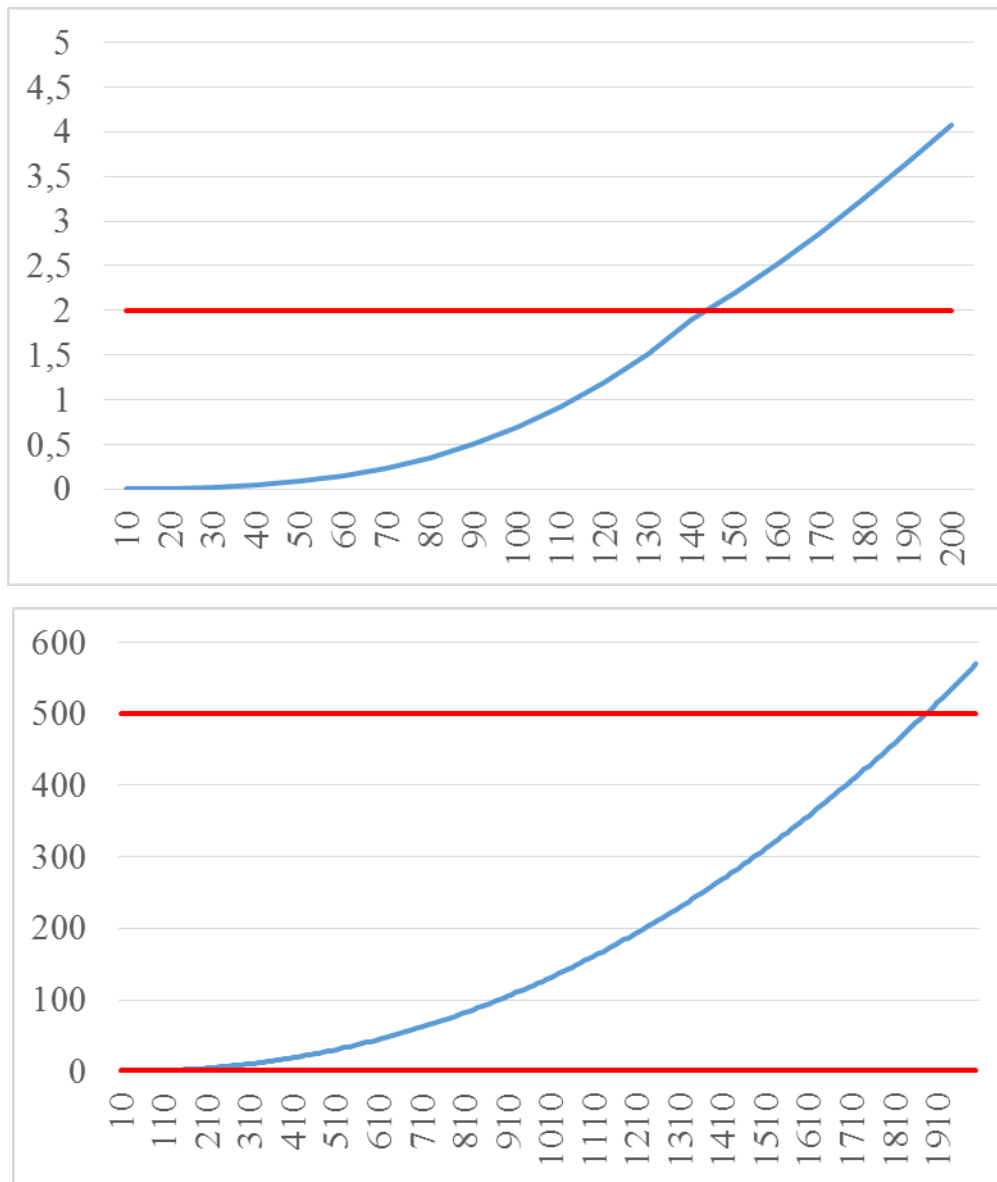


Рисунок 3.3 – Графік моделюючої функції залежності критерію Рейнольдса від діаметра частинок, що осаджуються (червоними лініями показано граничні значення, які визначають переходи між режимами осаджування)

З урахуванням великого розкиду даних за обчисленими результатами для моделюючих функцій (3.13)-(3.14) актуальним є створення математичної моделі процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії». Для її побудови були використані розрахункові формули методики [3, 4] та отримані моделюючі функції (3.13)-(3.14).

$$w_{oc}(d) = \frac{Re(d) \cdot \mu}{d \cdot \rho}; \quad (3.15)$$

$$w_{oc}(d) = \frac{Re(d)}{d} \frac{1,14 \cdot 10^{-3}}{1000} = 1,14 \cdot 10^{-6} \frac{Re(d)}{d} \text{ м/с.}$$

$$w'_{oc}(d) = 0,5 \cdot w_{oc}(d); \quad (3.16)$$

$$w'_{oc}(d) = 0,57 \cdot 10^{-6} \frac{Re(d)}{d};$$

$$F_{oc}(d) = \frac{Q}{w'_{oc}(d)}, \quad (3.17)$$

$$F_{oc}(d) = \frac{0,1}{0,57 \cdot 10^{-6} \frac{Re(d)}{d}} = 1,75 \cdot 10^5 \frac{d}{Re(d)} \text{ м}^2.$$

Остаточно, підставивши вирази з моделюючої функції для критерію Рейнольдса (3.14), отримаємо наступну математичну модель для обчислення величини параметру процесу функціонування блоку вертикальних відстійників – а саме, мінімальної потрібної площі осаджування – від розміру твердих частинок:

$$\left[ \begin{cases} F_{oc}(d) = 2,53 \cdot 10^{-7} \cdot d^{-2}, \\ 0 \leq d \leq 142,47 \cdot 10^{-6}; \\ F_{oc}(d) = 0,0005 \cdot d^{-1,145}, \\ 142,47 \cdot 10^{-6} < d \leq 1882,07 \cdot 10^{-6}; \\ F_{oc}(d) = 0,028 \cdot d^{-0,5}, \\ d > 1882,07 \cdot 10^{-6}. \end{cases} \quad (3.18)$$

На рисунку 3.4 представлено графік моделюючої функції (3.18).



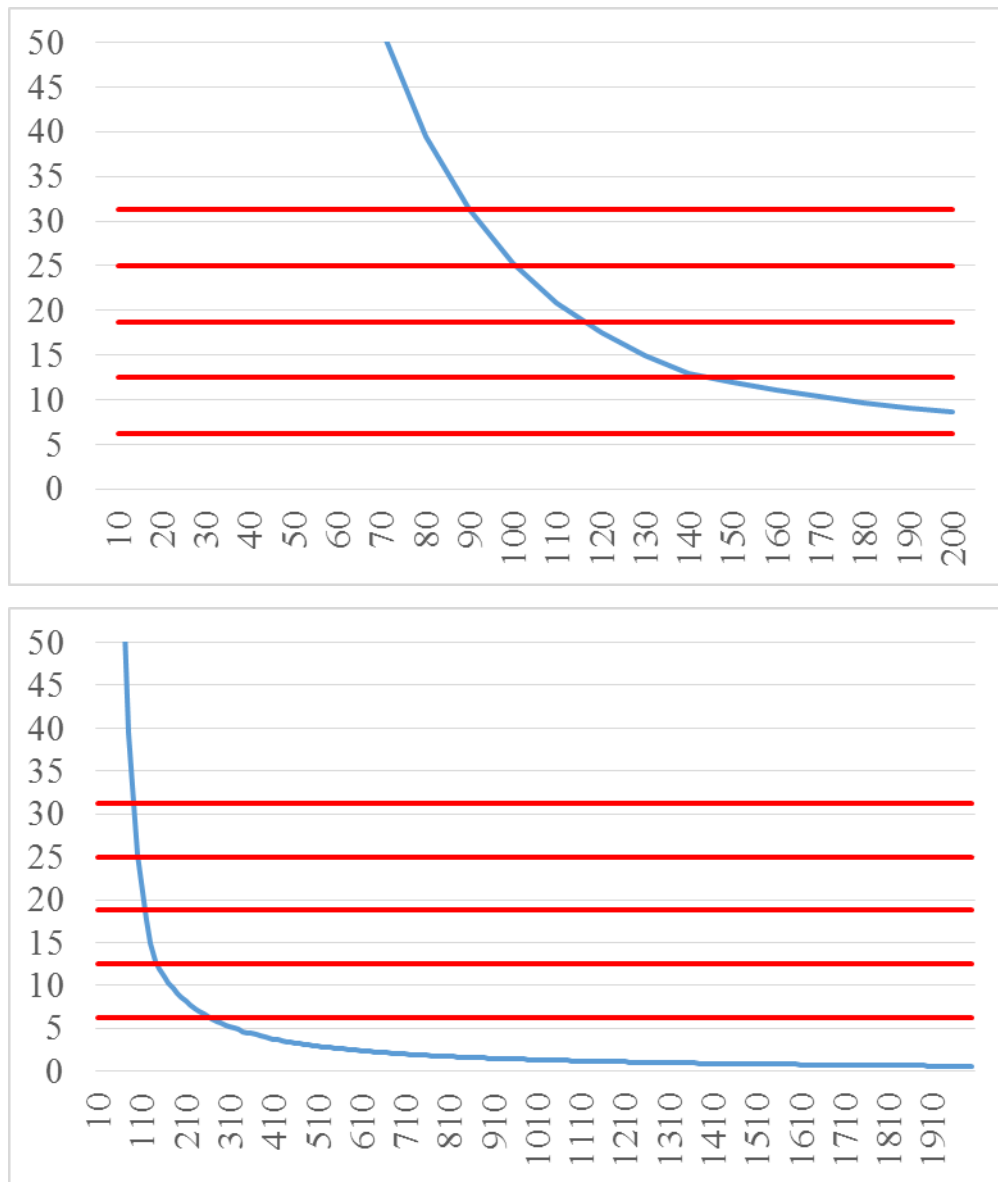


Рисунок 3.4 – Графік моделюючої функції залежності мінімальної потрібної площі осаджування від діаметра частинок, що осаджуються (червоною лінією показано наявне значення площі осаджування для блоку вертикальних відстійників)

Як можна побачити з рисунку 3.4б зі зростанням розміру частинок, які потрібно відсаджувати, зменшується потреба у площі осаджування, яку слід застосовувати. Тому з'являється можливість виводити один або декілька відстійників, зменшуючи тим самим навантаження на систему. Це дозволить більш гнучко виводити з роботи відстійники для проведення видалення з них осаду без зупинки роботи усієї системи.

З використанням моделі (3.18), зокрема, було розраховано критичні значення розмірів частинок, що відповідають відповідній кількості одночасно працюючих відстійників:

$$- \text{при } N = 5, F_{oc}^5 = 5 \cdot F_{oc}^* = 5 \cdot 6,25 = 31,25 \text{ м}^2:$$

$$d_{кр}^5 = 89,975 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

$$- \text{при } N = 4, F_{oc}^4 = 4 \cdot F_{oc}^* = 4 \cdot 6,25 = 25 \text{ м}^2:$$

$$d_{кр}^4 = 100,59 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

$$- \text{при } N = 3, F_{oc}^3 = 3 \cdot F_{oc}^* = 3 \cdot 6,25 = 18,75 \text{ м}^2:$$

$$d_{кр}^3 = 116,161 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

$$- \text{при } N = 2, F_{oc}^2 = 2 \cdot F_{oc}^* = 2 \cdot 6,25 = 12,5 \text{ м}^2:$$

$$d_{кр}^2 = 142,27 \cdot 10^{-6} \text{ м};$$

$$- \text{при } N = 1, F_{oc}^1 = 1 \cdot F_{oc}^* = 1 \cdot 6,25 = 6,25 \text{ м}^2:$$

$$d_{кр}^1 = 264,188 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

#### **4 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА**

В результаті проведеного дослідження документів підприємства з'ясовано, що на ньому в наявності всі дозволи та ліцензії з питань охорони навколишнього природного середовища, які необхідні для ведення господарської діяльності. Але, для забезпечення дотримання сучасних вимог чинного природоохоронного законодавства виникає необхідність удосконалення системи управління з питань охорони навколишнього природного середовища на підприємстві.

Потребує перегляду та уточнення окремих положень стандарту казенного заводу порошкової металургії (СТП 147 15-03.04:2010) «Порядок ведення природоохоронної роботи при технічній експлуатації газоводоочисних споруд технологічного устаткування, яке виділяє шкідливі речовини в навколишнє середовище» [21] щодо дотримання вимог та відповідних посилань на діючі законодавчі та нормативні документи.

Необхідно підготувати та запровадити Накази про призначення відповідальних осіб щодо охорони та догляду за зеленими насадженнями, затвердження інструктивних документів щодо впорядкування дій відповідальних осіб, зокрема щодо належного зберігання відходів, які підлягають утилізації.

Потрібно забезпечити проведення відомчого моніторингу про вплив виробничої діяльності підприємства на навколишнє природне середовище, зокрема контроль за якісним станом ґрунтів та підземних вод.

Слід забезпечити проведення інвентаризації зелених насаджень та відходів. При цьому звернути увагу на те, що основними завдаїшями інвентаризації відходів є здійснення комплексу разових організаційно-технічних заходів з виявлення, ідентифікації, опису і реєстрації відходів. обліку обсягів їх утворення, утилізації та видалення, а також виявлення і

обстеження місць утворення відходів і об'єктів поводження з ними. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 01.11.1999 р. № 2034 «Про затвердження порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів» [23], інвентаризація відходів проводиться на загальних методологічних засадах згідно з положенням про організацію бухгалтерського обліку і звітності в Україні, що визначені Постановою Кабінету Міністрів України від 28.02.2000 р. №419 «Про затвердження порядку подання фінансової звітності» [24], відповідно до якої, перед складанням річної фінансової звітності обов'язкове проведення інвентаризації активів та зобов'язань підприємства. Проведення інвентаризації також обов'язкове у разі:

- передачі майна державного підприємства в оренду, приватизації майна державного підприємства, перетворення державного підприємства в акціонерне товариство;
- зміни матеріально відповідальних осіб (на день приймання-передачі справ);
- встановлення фактів крадіжок або зловживань, зіпсуття цінностей, а також за приписом судово-слідчих органів;
- пожежі, стихійного лиха або техногенної аварії;
- ліквідації підприємства, а також в інших випадках, передбачених законодавством.

Порядок проведення інвентаризації та врегулювання розбіжностей щодо фактичної наявності активів та зобов'язань з даними бухгалтерською обліку визначається Наказом Міністерства фінансів України від 02.09.2014 р. № 879 «Про затвердження Положення про інвентаризацію активів та зобов'язань» [25].

Потрібно внести зміни до договорів на передачу відходів іншим суб'єктам господарювання, зокрема щодо:

- наявності у цих підприємств ліцензій на збирання і заготівлю окремих видів відходів як вторинної сировини (відходи гумові, у

тому числі зношені шини) та здійснення операцій поводження з небезпечними відходами (відпрацьовані ртутні лампи та промасляне ганчір'я);

- внесення доповнень до переліку відходів, які передаються на полігон для захоронення промислових відходів (азбест, матеріали азбестові зіпсовані, бій цегли шамотної, стружка та пил від оброблення склопластиків). При цьому звернути увагу на те, що відходи азбесту (пил та волокна) включені до жовтого переліку (позиція 39) затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів» [26]. В зв'язку з цим ці відходи можуть бути віднесені до категорії небезпечних, а операції з небезпечними відходами підлягають ліцензуванню. Таким чином ці відходи обов'язково повинні бути включені у договори на передачу цих відходів іншим організаціям, а в разі визначення їх як небезпечних слід вимагати у підприємства, що здійснює захоронення відходів, відповідну ліцензію. Також необхідно з'ясувати, чи має право підприємство яке здійснює захоронення відходів, захоронювати відходи третього класу безпеки (стружка та пил від оброблення склопластиків), для цього на кожному полігоні для захоронення відходів повинен бути перелік відходів, які можуть захоронюватися в тій чи іншій інженерній споруді.

Впорядкувати місця розміщення відходів до 2014 року можна було згідно з Державними санітарними правилами та нормами ДСанПіН 2.2.7.029-99 від 01.07.99 № 29 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу безпеки для здоров'я населення» [27]. Щодо ДсанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу безпеки для

здоров'я населення», то варто згадати лист Мінприроди України від 20.04.2016 року № 7/1254-16 «Щодо неможливості визначення класу небезпеки відходів» [28].

Однак, як зазначають фахівці [29], «на сьогодні склалася парадоксальна ситуація щодо неможливості визначення класу небезпеки відходів у зв'язку із рішенням Держпідприємництва від 15.07.2015 року. № 33 щодо призупинення дії постанови Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 року № 29, якою затверджено «Державні санітарні правила та норми 2. Комунальна гігієна. 2.7. Ґрунт, очищення населених місць, побутові та промислові відходи, санітарна охорона ґрунту. «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» (ДСанПіН 2.2.7.029-99 [27]). Водночас в листі Мінприроди України від 20.04.2016 року № 7/1254-16 «Щодо неможливості визначення класу небезпеки відходів» [28] зазначається, що на сьогодні на державному рівні не затверджено перелік (класифікатор) відходів зі встановленими класами небезпеки, хоча в окремих регіонах використовуються такі локальні переліки в межах функціонування регіональних систем управління відходами для визначення класу небезпеки відходів».

Отже, потрібно внести відповідні зміни і доповнення до технічних паспортів відходів відповідно до ДСТУ 2195-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» [30], при цьому передбачити постійну актуалізацію представленої у паспортах інформації.

Також слід актуалізувати інформацію представлену у реєстровій карті об'єкту утворення відходів. Зокрема, у пункті 1 розділі V «Загальна характеристика відходів, що видаляються» паспорту місця видалення відходів повинні наводитися код, найменування, група відходів, що видаляються на даному місці видалення відходів, за державним класифікатором відходів України ДК 005-06 «Класифікатор відходів», а

також клас їхньої небезпеки для людини й обсяги видалення. Також необхідно визначити необхідність складання для шламонакопичувача паспорту гідротехнічної споруди системи гідравлічного вилучення та складування промислових відходів та хвостів (Накази Державного комітету України у справах містобудування і архітектури від 19.12.1995р. №252 [31] та від 10.09.1996 р. № 165 [32]).

Слід також звернути увагу на те, що в процесі діяльності підприємства утворюються відходи, які не представлені у додатку до дозволу на розміщення відходів, зокрема, брухт чорних та кольорових металів, списані транспортні засоби, відпрацьовані моторні, індустриальні, компресорні оливи, відходи деревини кускові, тощо. При цьому слід враховувати те, що відповідно до статті 17 Закону України «Про відходи» підприємство зобов'язане виявляти і вести первинний поточний облік кількості, типу і складу відходів на основі матеріально-сировинних балансів, таким чином всі відходи, що утворюються внаслідок використання будь-якого виду сировини і матеріалів повинні бути представлені у додатку до дозволу на розміщення відходів. Так, наприклад, якщо в формі 4 МТП зазначені моторні, індустриальні, компресорні та змащувальні технічні оливи, то мають утворюватися і відповідні відходи, а у представленому переліку в кількості дозволених для розміщення відходів зазначені тільки гідравлічні оливи, але на підприємстві напевно утворюються і інші види відпрацьованих олив.

Також необхідно звернути увагу на те, що у звіті про утворення, використання і поставку вторинної сировини і відходів виробництв (форма 14-МТП) не представлені шини зношені, шлаки ливарного виробництва та відходи деревини.

Необхідно також передбачити:

- забезпечення професійної підготовки, підвищення кваліфікації та проведення атестації фахівців у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема щодо поводження з відходами;

- приймання та утилізацію використаних пакувальних матеріалів і тари, в яких знаходилася продукція підприємства.

Для вирішення у повній мірі питання щодо впорядкування природоохоронної діяльності на підприємстві пропонується проведення екологічного аудиту, який передбачає детальне обстеження діяльності підприємства, аналіз внутрішньої документації та надання пропозиції для ведення господарської діяльності, відповідно з вимогами чинного природоохоронного законодавства.



## ВИСНОВКИ

1. У представленій роботі проведено аналіз негативного впливу ДП «Завод порошкової металургії» на навколишнє природне середовище. Виявлено, що одним із найнебезпечніших факторів негативного впливу є великі обсяги утворення стічних вод, зокрема, великі обсяги рідких відходів гальванічного виробництва гідроксидів металів зберігаються на підприємстві у шламонакопичувачі.

2. Розроблено вдосконалений технологічний процес очищення стічних вод підприємства на основі системи оборотного водопостачання. Оборотний цикл водопостачання на підприємстві пропонується реалізувати як комплекс наступних операцій: виділення домішки, згущення залишку, зневоднення залишку, утилізація залишку, забір води на поповнення, очищення потоку води для поповнення системи, охолодження води, очищення систем трубопроводів, очищення відстійників і фільтрів.

3. Розроблено математичну модель процесу функціонування блоку вертикальних відстійників в системі очищення стічних вод ДП «Завод порошкової металургії», яка дозволяє врахувати вплив розмірів твердих частинок, що осаджуються, яка являє собою залежність мінімальної потрібної площі осаджування блоку вертикальних відстійників від розміру частинок.

4. Здійснено аналіз можливості практичної реалізації запропонованих у роботі природоохоронних заходів на основі аналізу інституційно-правових засад розробки екологічних програм та формування вихідного переліку природоохоронних заходів на реалізацію завдань екологічної програми.

Впровадження запропонованих у роботі технологічних рішень дозволить знизити негативний вплив ДП «Завод порошкової металургії» на довкілля, а також вирішити проблему стічних вод у місті Бровари.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Зацеркляний, М.М. Процеси захисту навколишнього середовища: підручник / М.М. Зацеркляний, О.М. Зацеркляний, Т.Б. Столевич; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса: Фенікс, 2017. – 454 с.
2. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апостолюк, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський та ін. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – К.: Знання, 2012. – 430 с.
3. Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки. Методичні вказівки до виконання контрольних (модульних) робіт / Уклад. С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, В.Ю. Колосков. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 64 с
4. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности: учеб. пособие / Я.А. Жилинская, И.С. Глушанкова, М.С. Дьяков, М.В. Висков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 401 с.
5. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие / Под ред. доктора технических наук, профессора, академика МАНЭБ и АТП РФ А.Г.Ветошкина – Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004. – 249 с.
6. Долина Л.Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография. – Днепропетровск.: Континент, 2008. – 254 с.
7. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 280202 – Инженерная защита окружающей среды. – Екатеринбург, 2005. –196 с.
8. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В. М. Гуцуляк, Н. В. Максименко, Т. В. Дудар. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 284 с.

9. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: Учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.

10. Екологічний паспорт Київської області. 2019 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://menr.gov.ua/files/docs/eco\\_passport/2018/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%B%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.doc](https://menr.gov.ua/files/docs/eco_passport/2018/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%B%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.doc). – Дата звернення: 16.04.2020.

11. СанПиН 4630-88. Санітарні правила й норми охорони поверхневих вод від забруднення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88> – Дата звернення: 16.04.2020.

12. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/901862249>. – Дата звернення: 26.04.2020.

13. Правила приймання поверхневих і промислових стічних вод підприємств у колектор промзливої каналізації казенного заводу порошкової металургії, затверджені рішенням виконавчого комітету Броварської міської ради, 2010 р. – 31 с.

14. Бровари – карта з вулицями і будинками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bascap.com.ua/kiivska-oblast---karta-z-vulitsyami-i-budinkami/brovary---karta-z-vulitsyami-i-budinkami.html>. – Дата звернення: 15.03.2020 р.

15. Державне підприємство «Завод порошкової металургії». Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pmplant.com>. – Дата звернення: 15.03.2020 р.

16. Броварська міська рада. Офіційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://brovary-rada.gov.ua>. – Дата звернення: 15.03.2020 р.

17. Метеорологічний сервіс Meteoblue [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

[https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/brovary\\_ukraine\\_711390](https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/brovary_ukraine_711390) . – Дата звернення: 28.03.2020.

18. Інформація про стан забруднення атмосферного повітря міст Київської області у 2018 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://obcity.gov.ua/2019/02/11/informaciya-ppo-stan-zabrudnennya-atmosfepnogo-povitrya-mist-kiiivskoi-oblasti-u-2018-poci/>. – Дата звернення 16.04.2020 р.

19. Довідка про стан забруднення поверхневих вод на території Київської області у 2018 році. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://brovary-rada.gov.ua/documents/30969.html>. – Дата звернення – 16.04.2020 р.

20. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища київської області у 2018 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecology-kievoblast.com.ua/Home/DownloadFile/207>. – Дата звернення: 16.04.2020 р.

21. СТП 147 15-03.04:2010. Стандарт казенного заводу порошкової металургії «Порядок ведення природоохоронної роботи при технічній експлуатації газоводоочисних споруд технологічного устаткування, яке виділяє шкідливі речовини в навколишнє середовище»

22. Глухов В.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии: 3-е изд., перераб. и доп. – Учебник. – Санкт-Петербург, 2011. – 385 с.

23. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.11.1999 р. № 2034 «Про затвердження порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів».

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 28.02.2000 р. №419 «Про затвердження порядку подання фінансової звітності».

25. Наказ Міністерства фінансів України від 02.09.2014 р. № 879 «Про затвердження Положення про інвентаризацію активів та зобов'язань».

26. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.07.2000 р. № 1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонними

перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів».

27. ДСанПіН 2.2.7. 029-99 від 01.07.99 № 29 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».

28. Лист Мінприроди України від 20.04.2016 року № 7/1254-16 «Щодо неможливості визначення класу небезпеки відходів».

29. На підставі яких нормативно-правових документів складається Інструкція щодо умов і правил збирання, тимчасового розміщення промислових та побутових відходів на підприємстві? [Електронний ресурс]. // Екологія підприємства, 2018, № 9. – Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/na-pidstavi-yakyh-normatyvno-pravovyh-dokumentiv-skladayetsya-instrukciya-shchodo-umov-i-pravyl> – Дата звернення: 07.05.2020 р.

30. ДСТУ 2195-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін».

31. Наказ Державного комітету України у справах містобудування і архітектури від 19.12.1995р. №252 «Про затвердження Методики обстеження і паспортизації гідротехнічних споруд систем гідравлічного вилучення та складування промислових відходів».

32. Наказ Державного комітету України у справах містобудування і архітектури від 10.09.1996 р. № 165 «Про внесення змін і доповнень до Методики обстеження і паспортизації гідротехнічних споруд систем гідравлічного вилучення та складування промислових відходів та хвостів»