

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня магістр

студентки Чушкіної Ірини Вікторівни

академічної групи 183М-21з-1

(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»

на тему «Дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний стан малих річок»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	доц. Матухно О.В.		
розділів:			
Теоретичного	доц. Матухно О.В.	90	
Дослідницького	доц. Матухно О.В.	95	
Технологічного	доц. Матухно О.В.	95	
Охорони праці	проф. Чеберячко Ю.І.		
Економічного	проф. Павличенко А.В.		
Рецензент	заст. начал. РОВР Чехун О.В.		
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри ЕТЗНС

«__» _____ 202_ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра

студентці Чушкіній І.В. академічної групи 183М-21з-1 ІІІ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього
середовища

на тему «Дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний
стан малих річок», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська
політехніка» від 28.10.2022 № 1188-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Надати природно-кліматичну характеристику району розташування об'єкту дослідження. Описати методики проведення польових, лабораторних та аналітичних досліджень.	31.10.2022- 15.10.2022
Дослідницький	Визначити та проаналізувати аналітично-розрахунковим шляхом результати дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки Чаплинка.	16.10.1022- 30.10.2022
Технологічний	Проаналізувати обґрунтування заходів з раціонального природокористування басейну річки Чаплинка.	31.10.2022- 15.11.2022
Охорона праці	Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі факторисистеми доочищення стічної води і розробити рекомендації з мінімізації їхнього впливу на персонал.	16.11.2022- 30.11.2022
Економічний	Виконати еколого-економічні порівняльні розрахунки ефективності 2-х методів з розчистки русла р. Чаплинка.	31.10.2022- 15.10.2022

Завдання видано

_____ Матухно О.В.
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 31.10.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії 22.12.2022

Прийнято до виконання _____ Чушкіна І.В.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 108 с., 17 рис., 14 таблиць, 39 літературних джерел, 7 додатків.

Метою роботи є аналіз та пошук шляхів поліпшення проектно-вишукувальних проектів та робіт з відновлення сприятливого гідрологічного стану малих річок.

Об'єкт дослідження є удосконалення проектів з відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану річки Чаплинка Дніпропетровської області.

У вступі розглянуто проблемну ситуацію стосовно підвищення ефективності заходів відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та екологічного стану річок, в тому числі й малих.

В теоретичному розділі надано характеристику природно-кліматичних умов розташування об'єкта дослідження (р. Чаплинка). Описано методики проведення польових, лабораторних та аналітичних досліджень.

У дослідницькому розділі аналітично-розрахунковим шляхом визначено результати дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки Чаплинка.

У технологічному розділі проаналізована розробка та обґрунтування заходів з раціонального природокористування басейну річки Чаплинка.

У розділі «Охорона праці і техніка безпеки при роботах з гідромеханізації» виконаний розрахунок рівня шуму, описана техніка безпеки при розчищенні русел річок із використанням земснарядів та наведені вимоги та заходи з організації пожежної безпеки.

В еколого-економічному розділі розраховано кошторис днопоглиблювальних робіт в руслі річки Чаплинка.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи.

ПОДАЛЬШЕ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ В БАСЕЙНАХ МАЛИХ РІЧОК.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження (р. Чаплинка).....	9
1.2 Кліматичні умови території.....	13
1.3 Геологічні особливості району дослідження.....	16
1.4 Гідрологічна характеристика водозбірного басейну.....	18
2 ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	21
2.1 Об'єкт та умови проведення досліджень.....	21
2.2 Методика проведення польових досліджень.....	22
2.3 Методика лабораторних досліджень.....	23
2.3.1 Методика дослідження важких металів.....	23
2.3.2 Методика визначення гранулометричного складу донних відкладень.....	25
2.3.3 Методика визначення якості води.....	29
2.4 Результати дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки Чаплинка.....	30
2.4.1 Результати польових досліджень та аналіз впливу виконання днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки.....	30
2.4.2 Дослідження якості водних ресурсів та мулових відкладень...	36
3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЧАПЛИНКА.....	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТАХ З ГІДРОМЕХАНІЗАЦІЇ.....	54
4.1 Розрахунок рівня шуму.....	54
4.2 Техніка безпеки при розчищенні русел річок із використанням земснарядів.....	55

4.3 Вимоги та заходи з організації пожежної безпеки.....	59
5 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
ДНОПОГЛИБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ В РУСЛІ РІЧКИ ЧАПЛИНКА..	62
5.1 Кошторис проведення робіт з розчищення русла річки.....	62
5.2 Розрахунок класу наслідків (відповідальності) та категорії складності відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-16.....	63
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
Додаток А Інженерно - геологічні розрізи.....	74
ДОДАТОК Б Зведений кошторисний розрахунок.....	82
ДОДАТОК В Публікації автора.....	86
ДОДАТОК Г Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	105
ДОДАТОК Д Відгук рецензента.....	106
ДОДАТОК Е Довідка про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра на присутність запозичень (плагіату).....	107
ДОДАТОК Ж Відгук керівника розділу з охорони праці.....	108

ВСТУП

Актуальність теми. Запаси води у малих річках поповнюються переважно через опади. Тому аномальна спека, яка спостерігається дедалі частіше останніми роками, лише посилює водний дефіцит. Тільки за останні десять років кількість опадів в Україні влітку зменшилася на 15–27% [1]. А менша кількість води у малих річках означає підвищення концентрації забруднення у ній. Суттєвим фактором негативного впливу на якісні та кількісні показники водних ресурсів України є також вплив господарської діяльності. Особливим непрогнозованим та небезпечним чинником, який потребує окремої уваги, є вплив перебігу воєнних дій.

Аналіз та пошук шляхів підвищення ефективності заходів відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та екологічного стану річок, в тому числі й малих, є *актуальною науково-практичною задачею*, яка, відповідає раніше діючій Загальнодержавній цільовій програмі розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року та на реалізацію якої виділялось державне фінансування.

На практиці це означає, що кожна сільська, селищна, міська рада, районна та обласна рада повинні розробляти місцеві програми відновлення малих річок та враховувати специфіку управління малими річками під час проектування планованої діяльності. Ці всі рекомендації повинні бути відображені в проектах з відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану малих річок [2].

Седиментація є природним процесом у водоймах, який за умови значної їх зарегульованості може призвести з часом до необхідності розчистки русла. Подібні будівельні роботи необхідно проводити комплексно за дотриманням всіх регламентуючих вимог та з урахуванням жорсткого контролю за їх виконанням на всіх стадіях [3-5].

Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є аналіз та пошук шляхів поліпшення проектно-вишукувальних проектів та робіт з відновлення сприятливого гідрологічного стану малих річок.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Надати екологічну та гідрологічну характеристику району дослідження. Проаналізувати вплив виконання днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки Чаплинка.
2. Виконати польові дослідження та дослідити донні відкладення і якість водних ресурсів.
3. Обґрунтувати методи виконання днопоглиблювальних робіт.
4. Розробити та обґрунтувати заходи з раціонального природокористування басейну річки Чаплинка.
5. Виконати охорону праці та техніку безпеки при роботах з гідромеханізації.
6. Розрахувати еколого-економічну ефективність днопоглиблювальних робіт в руслі річки Чаплинка.

Для вирішення поставленої задачі застосовувалися *методи спостереження, порівняння, аналізу та синтезу, методи лабораторного аналізу.*

Апробація результатів кваліфікаційної роботи.

Апробація роботи проводилась на VII Міжнародному молодіжному конгресі студентів, аспірантів і молодих вчених, на I міжнародній науковій практичній конференції «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022», .

За результатами розробки надруковано тези доповіді та фахова стаття:

1. Чушкіна І.В., Коломойцева К.К., Максимова Н.М. Відновлення сприятливого гідрологічного стану р. Чаплинка Дніпропетровської області. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: матеріали VII Міжнар. Молод. конгрес, 10-11 лютого 2022. Львів — Київ: Яроченко Я. В., 2022. С. 79. URL: <https://bit.ly/3W3wpXu>
2. Чушкіна І.В., Максимова Н.М., Петрушина Г.О. Проблемні аспекти днопоглиблювальних робіт на прикладі річки Чаплинка. зб. праць I міжнар. наук.-прак. конф. «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в

умовах надзвичайних ситуацій – 2022» Полтава – Львів, Україна, 26 – 27 травня 2022. С. 654-657. URL: <https://bit.ly/3Fqxxxd>.

3. Чушкіна І., Максимова Н., Семеняка І. Вплив днопоглиблювальних робіт на екологічний стан малої річки з урахуванням складу донних відкладень. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, вип. 40. 2022. С. 65-77. URL: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.40.65-77>

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження

Чаплинка — річка в Україні, в межах Магдалинівського та Петриківського районів Дніпропетровської області (рис. 1.1). Ліва притока першого порядку річки Протовча, русло якої тепер має назву Оріль.

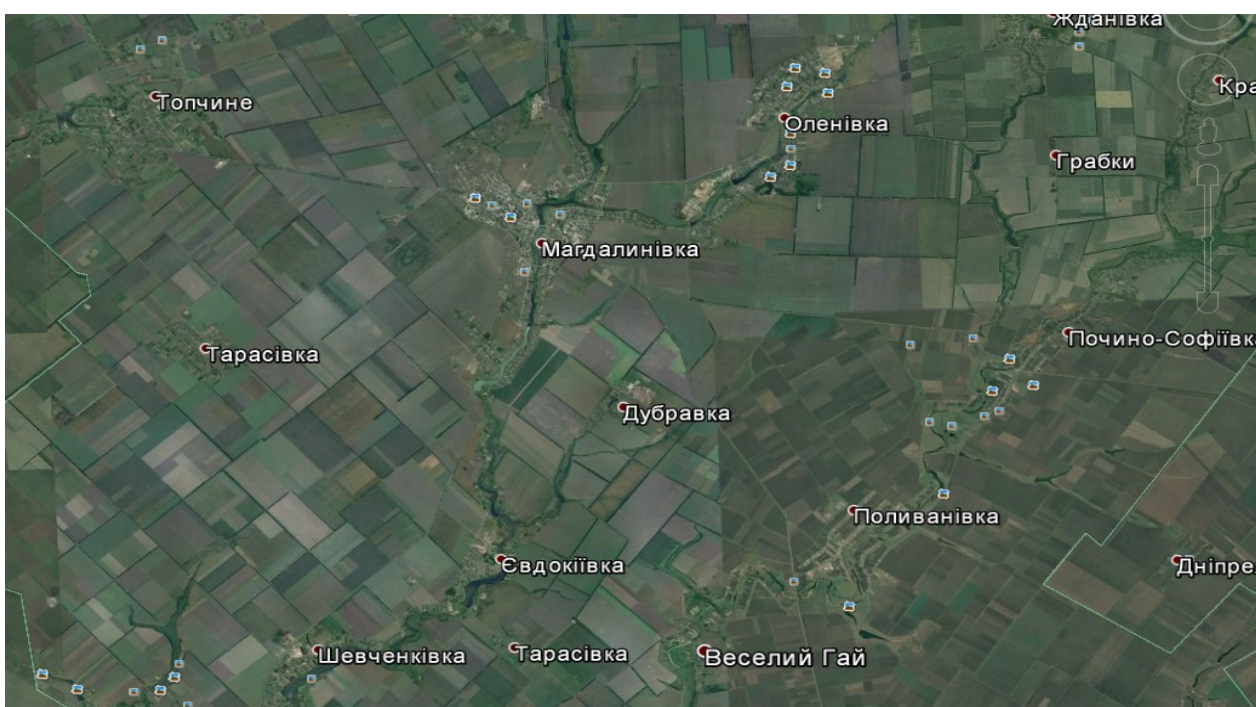


Рисунок 1.1 - Схема розташування ділянки робіт

Чаплинка бере початок у західній частині села Новопетрівка. Тече спершу на південь, далі — на південний захід, у пониззі — переважно на захід. Впадає до Протовчі (Оріль) на південний захід від смт Петриківка [6-7]. Річка рівнинного типу. У пониззі численні меандри, є острови. Течія спокійна. Живиться талими снігами та дощовими водами. Навесні рівень води значно піднімається, що призводить до затоплень окремих територій. Влітку, особливо в посушливі пори, річка пересихає. Басейн річки розташований в межах степової зони. Протікає річка по території Дніпропетровської області.

Басейн р. Чаплинка має видовжену в плані форму. Загальний уклін басейну

направлений з північного сходу на південний захід. Довжина річки 65,4 км, площа водозбору 565 км², населеність 0,56%, заболоченість 1,1%, розораність 75%. Коефіцієнт густоти мережі (з урахуванням річок довжиною менше 10 км) становить 0,14 км/км². Падіння річки 64,4 м, середньозважений ухил 0,85 м/км, норма стоку річки складає 20,633 млн.м³, стік маловодних років забезпеченість 75 і 95% – відповідно 12,547 та 5,361 млн. м³ [6-7]. Води річки відносяться до сульфатно-натрієвого класу, жорсткістю 12,5 мг-екв/л, загальною мінералізацією 0,992 г/л – води чисті.

Кілька десятиліть тому, щоб з'єднати ліво- і правобережну частини селищ на річці побудували дамби, що зарегулювало стік річки. В басейні річки нараховується 32 ставка і 3 малих водосховища загальним об'ємом 9,8 млн. м³ и площею водного дзеркала 4,5 км². Ставки і водосховища використовуються для риборозведення, рекреації, зрошення земель. Технічна характеристика водосховищ в басейні ріки приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика водосховищ в басейні р. Чаплинка

№№ п/п	Найменування показників		Петриківське	Шевченківське (нижнє)	Шевченківське (верхнє)
1.	Відстань від гирла ріки,	км	8,0	45,3	52,3
2.	Довжина водотоку,	км	65,4	28,1	21,0
3.	Площа водозбору,	км ²	565	130	115
4.	Відмітки РВ при НІР,	м БС	60,0	81,1	85,3
5.	Об'єм при НІР,	млн. м ³	1,6	1,26	1,0
6.	Площа водного дзеркала при НІР,	га	57	61	38
7.	Середня глибина,	м	2,8	2,1	2,6
8.	Річна норма стоку,	млн. м ³	15,8	3,94	3,48
9.	Максимальна витрата Q _{макс.} 5%	м ³ /с	40,6	34,2	31,2
10.	Призначення водосховища		риборозведення, рекреація		

Сумарний об'єм ставків і водосховищ в басейні ріки значно перевищує стік ріки 95 % забезпеченості, який становить 4,4 млн. м³.

Ріка Чаплинка має 4 притоки першого порядку (довжиною більше 9 км) і одне безстічне урочище загальною довжиною 57,5 км. Разом з р. Чаплинка довжина річкової мережі складає 131,7 км, густота річкової мережі – 0,21

км/км².

Гідрографічна характеристика річкової мережі р. Чаплинка приведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Гідрографічна характеристика річкової мережі р. Чаплинка

Найменування характеристик	Розмірність	Основна річка
куди впадає		Оріль
права або ліва притока		ліва
довжина	км	65,4
відмітка: витоку	м. абс.	116,06
гирла	м. абс	51,60
падіння	м	64,40
ухил: середній	м / км	1,04
середньозважений	м / км	0,85
площа водозбору	км ²	565
середня висота водозбору	м. абс	80
середній ухил водозбору	м / км	0,011
лісистість	%	0,56
заболоченість	%	1,10
озерність	%	0,08
розораність	%	75,00
еродованість	%	12,20
урбанізованість	%	14,40
зрошуваних земель з постійною водопровідною мережею	тис. га	12,20
осушених земель з постійною водопровідною мережею	тис. га	
кількість приток:		
довжиною понад 10 км	шт.	-
довжиною 10 км і менш	шт.	4
довжина річкової мережі:		
з урахуванням річок L > 10 км	км	62,0
з урахуванням річок L ≤ 10 км	км	81,9
коефіцієнт густоти річкової мережі:		
з урахуванням річок L > 10 км	км / км ²	0,10
з урахуванням річок L ≤ 10 км	км / км ²	0,14
звивистість		1,01

З витоку до с. Оленівка р. Чаплинка – це просто степова балка з періодичною течією під час дощів і сніготанення. Від с. Оленівка до с. Чаплинка по руслу розташований майже безперервний каскад ставків і водосховищ, які виконують роль штучних плес. Загальна довжина зарегульованих ставками і водосховищами ділянок русла річки становить 25 км (33 %). Ряд ставків замулено, вони перетворюються на очеретяні болота. Нижче

починається власне русло ріки, сильно заросле очеретом і водяною рослинністю [6-7].

У пригирловій ділянці після виходу ріки із власної долини на II надзаплавну терасу р. Дніпро в меженний період русло здебільшого сухе, течії на перекатах немає (внаслідок перехоплення стоку розташованими вище ставками і водосховищами і значної інфільтрації в піски, що підстиляють заплаву і русло).

У нижній течії, нижче с. Петриківка, з лівої сторони від русла р. Чаплинка на 5,35 км і 6,63 км від гирла відгалужується дві протоки, які утворюють струмок Клешнівка. Струмок наповнюється водою більшою частиною тільки під час весняної повені, його стоком весною (не кожного року) наповнюється оз. Велике, надлишки води з якого стікають далі по струмку і через дренажний канал рибгоспу в р. Оріль. Довжина струмка 11,6 км, його власна водозбірна площа 26,9 км². У меженний період стік води по струмку припиняється [6-7].

З правої сторони р. Чаплинка на відстані 6,68 км від гирла відгалужується староріччя довжиною 1,0 км. Староріччя являло собою в минулому русло р. Чаплинка, в теперішній час воно відрізано у верхній частині від основного русла насипом автошляху Петриківка - Царичанка. В нижній частині староріччя відрізане від р. Чаплинка низьким земляним насипом з автодорогою, через який староріччя і основне русло сполучаються на нетривалий термін часу під час проходження повеней. Власна водозбірна площа староріччя незначна, близько 0,4 км². Староріччя живиться переважно підземним стоком за рахунок інфільтрації з Петриківського водосховища, а також за рахунок опадів, в даному плані староріччя забезпечено живленням краще, ніж основне русло річки. Староріччя заболочене, пороше очеретяною рослинністю. В староріччі серед очеретяної рослинності збереглися три окремих плеса шириною водного дзеркала 20-40 м, сумарною довжиною 120 м, глибиною 1,0-1,5 м і площею відкритого водного дзеркала 0,28 га.

Ширина русла р. Чаплинка на перекатах становить 2-10 м, на плесах воно

розширюється до 10-80 м. Глибина русла на перекатах переважно 0,2-0,5 м. Більшість плес замулено, теж пороше очеретяною рослинністю і фактично перетворилося в болота. У замулених ділянках плес глибина становить 1-2 м. Швидкість течії на перекатах становить 0,1-0,2 м/с, у плесах дуже повільна – значно менше 0,1 м/с.

Заплава ріки плоска, одно- або двостороння, правобережна або лівобережна. Ширина заплави становить 50-200 м. У низової пригирлової частини після виходу на II надзаплавну терасу р. Дніпро (нижче сел. Петриківка), власної заплави у р. Чаплинка немає, її русло протікає по розгалуженій мережі заболочених знижень дніпровської тераси.

Долина ріки трапецієподібна, нерівностороння. Правий берег долини більше крутий (3-7°), лівий – більш пологий (1-3°). Ширина долини р. Чаплинка від 0,5 до 2 км. Глибина ерозійного врізу річкової долини в низов'ї в границях с. Петриківка і с. Хутірське, де Чаплинка прорізала II надзаплавну терасу р. Дніпро, досить незначна – 8-10 м, вище за течією збільшується до 20-40 м.

Живлення р. Чаплинка переважно снігове і дощове, для літньо – осінньо - зимової межені має значення джерельне живлення у верхній частині басейну, інфільтрація з русла ріки, з ставків і водосховищ у середній і нижній частині, а також зарегулювання стоку (нагромадження води) у ставках і водосховищах. Для водного режиму характерна весняна повінь і літньо – осінньо - зимова межінь, що переривається в літню пору короткими паводками від зливових дощів. У меженний період через значне випаровування води і інфільтрацію в плесах, ставках і водосховищах річка пересихає, течія на перекатах між плесами припиняється [6-7].

1.2 Кліматичні умови

Клімат району характеризується помірною м'якою зимою з частими відлигами і порівняно теплим літом. Середньорічна температура становить плюс 8,5° С. Середньомісячна температура січня – мінус 5,4° С, липня – плюс 22,3° С. Абсолютний мінімум - мінус 34° С, абсолютний максимум - плюс 40° С. Середньорічна кількість опадів – 558 мм з добовим максимумом 82 мм. Відносна вологість найхолоднішого місяця – 83%, самого жаркого – 43%.

Територія відноситься до зони недостатнього зволоження. Тривалість періоду з середньодобовою температурою нижче 0° С – 109 діб [6-7].

До негативних несприятливих погодних факторів належать також тривалі бездощові періоди, коли відносна вологість повітря знижується до 30% і проявляється ґрунтова посуха.

Найбільш прискореними темпами підвищується температура зимових і весняних місяців. Підвищення зимових і весняних температур приводить до зменшення частки твердих опадів, зменшення зимового нагромадження снігу, що, у свою чергу, негативно сприяє зменшенню інтенсивності весняних повінь на ріках, зменшенню весняного промивання русел рік. Також поменшилася тривалість льодоставу на ріках і збільшилася тривалість безльодоставного періоду.

Підвищення температури повітря приводить до збільшення випаровування з водних поверхонь і з ґрунту, збільшення поглинання вологи рослинами, і веде часом до катастрофічного зниження водності рік, що і спостерігається останнім часом на багатьох гідрологічних постах регіону. Спостерігається зниження витрат і рівнів води у річках, знижуються рівні ґрунтових вод, висихають озера, обсихають болота, з'явилася погроза пожеж на осушених торфовищах.

Впродовж холодного періоду років спостерігається по декілька разів перехід від позитивних значень температури повітря до негативних, і навпаки, іноді до 11 разів за зиму, що визиває відлиги, танення і схід снігового покриву.

Атмосферні опади відіграють основну роль у процесі формування як поверхневого, так і підземного стоку. Кліматична характеристика регіону наведена у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Кліматична характеристика регіону

Найменування показників	Місяці												По сезонах		За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	VI-X	XI-III	
1. Температура повітря, °C:															
- середня,	-5.6	-4.1	1.0	9.7	16.1	19.6	21.3	20.3	14.9	8.1	2.6	-1.9	15.7	-1.6	8.5
- min.: - середній	-8.8	-8.6	-3.3	3.1	9.6	13.0	15.3	14.0	9.1	3.3	-1.3	-6.0			3.3
- абсолютний	-34	-37	-29	-10	-4	1	6	3	-6	-21	-25	-28	-21	-37	-37
- max.: - середній	-2.8	-1.9	4.1	14.7	22.7	26.0	28.6	27.6	22.1	13.6	5.5	-0.3			13.3
- абсолютний	13	15	22	30	35	40	40	41	36	33	23	16	41	23	41
2. Сумма опадів, мм:															
- середня,	45.1	32.6	35.4	33.8	40.9	69.8	58.6	38.5	35.8	32.7	39.8	35.7	310.1	188.5	498.6
- максимальна,	133	63.8	81.7	121	156	147	172	139	120	84.1	91.8	109	542.2	363.3	753.7
- рік	1966	1953	2000	2008	1961	2005	1976	1963	2000	1950	1977	1966	1976	1966	1976
- макс. добова,	26.0	26.5	39.2	38.6	37.0	68.3	39.0	81.0	46.6	42.0	37.0	22.8	81.0	39.2	81.0
3. Висота снігового покриву, см:															
- середня,	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	3
- максимальна,	25	35	42	10	-	-	-	-	-	3	5	12			42
4. Вологість повітря:															
- відносна, %	87	85	81	67	60	62	61	62	66	77	84	87	65	85	73
- абсолютна, мб.	4.0	4.2	5.0	7.3	10.3	13.7	15.6	14.5	11.0	8.3	6.5	4.9	11.5	4.9	8.8
5. Хмарність, бали															
	7.6	7.7	7.1	6.0	5.3	4.6	4.0	3.8	4.2	5.8	7.6	8.2	4.8	7.6	6.0
6. Випаровування з поверхні, мм:															
- водної,	-	-	23	47	102	133	156	148	102	55	15	-	743	38	781
- ґрунту,	4	13	36	56	76	82	74	61	47	31	9	2	427	64	491
7. Середня швидкість вітру, м/с															
	4.6	4.8	5.0	4.4	4.1	3.2	3.1	3.0	2.8	3.5	4.3	4.7	3.4	4.7	4.0
8. Число днів із швидкістю вітру >15 м/с															
	1.2	2.3	2.3	1.8	1.6	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	1.2	1.5	5.3	8.5	13.8
9. Повторюваність напрямлення вітрів															
і штилей, %:															
Пн	6	7	8	9	12	15	17	14	11	7	6	4	12.1	6.2	9.7
ПнСх	13	11	12	13	14	14	14	15	14	13	10	13	13.9	11.8	13.0
Сх	17	16	17	21	19	13	12	16	12	17	21	19	15.7	18.0	16.7
ПдСх	20	20	18	17	14	13	9	11	14	17	26	24	13.6	21.6	16.9
Пд	10	9	10	10	9	8	4	6	8	8	10	11	7.6	10.0	8.6
ПдЗ	11	12	11	9	10	10	7	6	9	10	8	9	8.7	10.2	9.3
З	12	13	11	8	8	10	14	12	12	12	9	9	10.9	10.8	10.8
ПнЗ	11	12	13	13	14	17	23	20	20	16	10	11	17.6	11.4	15.0
Штиль	10	10	8	12	16	19	22	22	25	20	12	9	19.4	9.8	15.4

Повітряний режим характеризується частою зміною напрямків вітру в часі. У теплий період року переважає вітер східних і північно-західних напрямків, у холодний період – південно-східних і східних напрямків, що пов'язано з загальною циркуляцією атмосфери. Влітку спостерігається жаркий сухий вітер –

суховій. Ранняї весни після сніготанення і рідкому трав'яному покриві можуть виникнути пилові бурі. Середня багаторічна швидкість вітру дорівнює 4,0 м/с, самий «вітряний» місяць – березень (5,0 м/с), самий «тихий» – вересень (2,8 м/с). Щорічно спостерігаються вітри з швидкостями 24 м/с, один раз у 20 років можливі вітри до 30 м/с. Переважаючими є вітри східного і північно-східного напрямів. Середня річна швидкість вітру дорівнює 4,2 м/с. Роза вітрів представлена на рис.1.2.

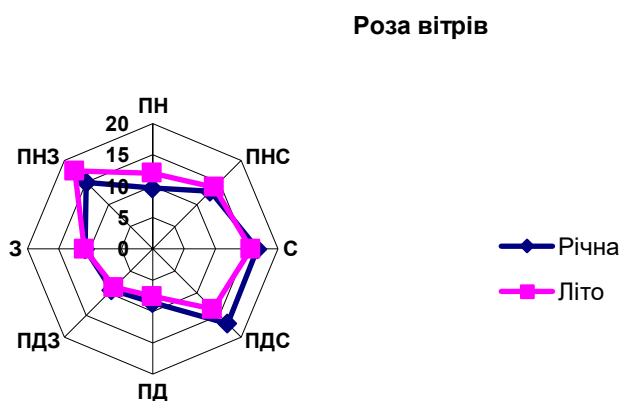


Рисунок 1.2 – Роза вітрів

Середні багаторічні значення основних кліматичних характеристик у таблиці 1.4

Таблиця 1.4 Середні багаторічні значення основних кліматичних характеристик

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Температура повітря, °С												
- 6,4	- 5,8	- 0,8	8,1	15,5	18,8	21,1	20,4	14,7	7,7	1,0	- 4,2	7,5
Відносна вологість повітря, %												
89	88	84	68	60	61	61	60	65	77	87	89	74
Опади, мм												
38,7	31,9	27,7	30,7	44,6	55,8	58,5	45,4	34,1	35,1	38,9	46,0	487

1.3 Геологічні особливості району дослідження

Рельєф басейну річки рівнинний, помірно горбистий. Глибина ерозійного урізу долини річки у верхів'ї і середній частині 20-40 м, в нижній частині 3-6 м.

Вододільні ділянки басейну характеризуються складним мікрорельєфом з безліччю малих і великих безстічних знижень, блюдець, які є концентраторами поверхневого стоку.

Найбільше безстічне урочище Підкряжне під правим схилом долини р. Чаплинка поблизу с. Петриківка має власну площу басейну 58 км². На дні його утворився ланцюг боліт, озер загальною протяжністю 11,2 км, що дає підставу віднести урочище до категорії «мала річка». Підземний стік з урочища направлений в русло р. Чаплинка [6-7].

За ґрунтово-географічним районуванням розташування планованої діяльності відноситься до Центральної лісостепової і степової області суберального поясу степової зони звичайних і південних чорноземів з переважання останніх. Згідно ґрунтового районування України, цей район відноситься до південної частини Дніпропетровського центрального (Первомайського-Барвінківського) району Північного степу, де залягають звичайні малогумусні чорноземи, розвинені переважно на карбонатних важко-суглинистих і середньо-суглинистих лесах.

Потужність гумусового горизонту (гумусового і перехідного гумусового) дорівнює 60...65 см, а на схилах, в умовах слабого змивання - 55...60 см. Кількість гумусу в горизонті 0...10 см коливається від 5,5 до 6,0%.

В геологічній будові басейну приймають участь четвертинні відклади у вигляді нашарувань суглинків різного механічного складу, які в нижній і середній течії повністю прорізані долиною р. Чаплинка. Глибше залягають неогенові опіщанені глини потужністю до 5 м, місцями також прорізані руслом ріки. Під глинами залягає горизонт алювіальних пісків неогенового віку потужністю 7-20 м, який підстиляється глинистими харківськими пісками верхньопалеогенового віку. Геологічні розрізи по довжині річки представлені в (Дод. А).

По гідрогеологічним умовам спостерігається активний відтік підземних вод по горизонту неогенових пісків з басейну р. Чаплинка в басейни рік Кільчені, Дніпра і в нове русло р. Оріль. Особливо цьому сприяє інфільтрація у підземні

горизонти з чисельних ставків і водосховищ в долині р. Чаплинка. Таким чином, у верхній частині басейну, де річка живиться в основному з четвертинного водоносного горизонту, умови джерельного живлення кращі, ніж у середній і нижній частинах басейну, де більшу частину меженого періоду ріка пересихає, течія на перекатах в сухий період року припиняється [7].

1.4 Гідрологічна характеристика водозбірного басейну

Басейн річки розташовується в межах Лівобережної-Дніпровської-Приазовської північно степової провінції. За своїм режимом річка Чаплинка відноситься до Східно-Європейського типу. Живлення річки переважно снігове. Основні гідрологічні характеристики в розрахункових створах у табл. 1.5. Внутрішньорічний розподіл стоку у таблиці 1.6.

У межах заплави спостерігається прирічковий режим ґрунтових вод. Процес проступання річкових вод у підземні горизонти може спостерігатися в порівняно короткий період часу – у період весняної повені і тільки на вузьких смугах уздовж узбережжя (відбувається підпір ґрунтових вод, паводковими водами з наступним відновленням колишнього рівня). По мірі віддалення від ріки підпір запізнюється в часі і амплітуда коливань згасає. Підйом рівня води в ріці в паводок досягає 1,0 м [6-7].

Загальний рух потоку підземних вод спрямовано на південь у бік русла ріки Дніпро. Ухил ґрунтового потоку коливається в межах 0,002-0,001.

Коефіцієнт фільтрації за даними дослідних відкачок, а також лабораторних досліджень характеризуються наступними значеннями: глини – 0,01-0,08 м/добу, суглинки і супіски – 0,39-0,66 м/добу, піски 1,0-7,6 м/добу.

Основне живлення водоносний горизонт одержує за рахунок підтоку води зі сторони вододілу, та II надзаплавної тераси, поверхня дзеркала яких плавно переходить у дзеркало алювіального водоносного горизонту I надзаплавної тераси. Крім цього водоносний горизонт одержує живлення за рахунок

інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок інфільтрації при витоках з водонесучих комунікацій, при поливі зелених насаджень і городів.

Таблиця 1.5 - Основні гідрологічні характеристики в розрахункових створах

Характеристика (показник)	розмірність	річка Чаплинка	
		створ №1	створ №2
Площа водозбору	км ²	230	565
Норма річного стоку	м ³ / с / млн.м ³	0,31 / 9,654	0,75 / 23,716
Коефіцієнт варіації річного стоку		0,66	0,64
Коефіцієнт асиметрії річного стоку		1,32	1,28
Річний стік забезпеченістю	млн.м ³		
50%		8,322	20,633
75%		4,983	12,547
95%		2,037	5,361
Максимальні витрати води і обсяги стоку забезпеченістю	м ³ / с / млн.м ³		
1%		62,0 / 37,0	93,4 / 75,7
5%		37,7 / 23,5	56,5 / 47,7
10%		24,7 / 15,8	37,0 / 32,3
25%		13,5 / 9,18	20,2 / 18,6
Твердий стік:			
каламутність	мг / л	110	110
Середня витрата зважених насосів	кг / с	0,034	0,083
Об'єм твердого стоку	тис.м ³ / рік	1,25	3,13

Таблиця 1.6 - Внутрішньорічний розподіл стоку,%

Водність року, Р	місяці												рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
р. Чаплинка - створи №1, №2													
25%	11.4	33.5	18,1	9,1	7,9	3,5	1,9	0,9	1,3	2,7	4,1	5,6	100
50%	9.8	7.3	47,7	19,3	6,3	3,3	1,6	1,0	0,7	1,5	3,2	4,6	100
75%	7.7	9.4	44,4	22,9	6,0	2,7	0,6	0,1	0	0,3	1,2	4,4	100
95%	4.2	10.6	49,8	25,6	4,3	1,8	0,4	0	0	0,2	0,7	2,4	100

Розвантаження водоносного горизонту відбувається у р. Оріль, перетіканням через гідрогеологічні вікна у водоносні горизонти, що залягають

нижче, а також за допомогою численних невеликих озер, боліт і річок.

Глибина залягання підземних вод залежить від рельєфу поверхні і кристалічної основи. Води напірні. Водоносність порід нерівномірна і переважно низька, що пояснюється різним ступенем їхньої тріщинуватості. Дебіти свердловин, обладнаних на кристалічні породи, змінюються від 0,007 до 5,5 л/с, питомі дебіти від 0,0007 до 0,52 л/с. Коефіцієнти фільтрації – 0,0015-4,26 м/добу [8].

2 ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та умови проведення дослідження

Об'єктом дослідження є удосконалення проектів з відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану річки Чаплинка Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є процес поліпшення екологічного та санітарного стану річки Чаплинка Дніпропетровської області.

Метою роботи є аналіз та пошук шляхів поліпшення проектно-вишукувальних проектів та робіт з відновлення сприятливого гідрологічного стану малих річок.

Для вирішення поставленої задачі застосовувалися методи спостереження, порівняння, аналізу та синтезу, методи лабораторного аналізу.

Розглянемо на прикладі реалізації гідротехнічних заходів, спрямованих на поліпшення екологічного та санітарного стану річки Чаплинка, які передбачали розширення русла, шляхом очищення русла від намулу та зміни жорсткості в наслідок очищення русла від болотяної та водної рослинності. Очікувані результати повинні були сприяти пропускній спроможності річки.

Річка Чаплинка вважається найчистішою в межах Дніпропетровської області. Алювіальні відкладення водотоків акумулюють різні сполуки та мікроелементи, а отже, за умови низького антропогенного навантаження на водозбірний басейн річки можуть бути цінним меліорантом для сільськогосподарських угідь, що потребує додаткового дослідження [9]. Майже по всій площі приток розповсюдженні процеси замулення та заростання русла.

Русло ріки в межах досліджуваної території звивисте, у багатьох місцях пересохла. На невеликих по протяжності ділянках, де просліджується вода, течія практично відсутня і спостерігається застійний режим. В деяких місцях ширина його з зарослим очеретом досягає 65-80 м. Глибина від 0,1-1,0 м в північно-східній частині, дно, в основному, з поверхні мулисте, вкрите очеретом.

З несприятливих сучасних фізико-геологічних процесів і явищ у межах описуваної території спостерігається площинний змив та лінійна ерозія, у межах зниження рельєфу спостерігається підтоплення і заболочування території. Дані процеси тісно пов'язані з формою русла, змінами рівня води в річці, швидкістю течії, а також щільністю берегових та донних відкладів. З часом ділянки відмілин замулюються та погіршують екологічний стан річки.

2.2 Методика проведення польових досліджень

Польові дослідження включають наступні види робіт: проведення маршрутів, вивчення природних та штучних відслонень гірських порід, відбір зразків для проведення лабораторних досліджень.

Об'єктами спостережень в маршрутах є конкретні відслонення корінних гірських порід та геологічні явища, які також належать до автономних польових геологічних досліджень. Сума вивчених в процесі проходження маршруту об'єктів і складає результат маршруту як основного виду геологічних досліджень.

Окрім зазначеного, при проведенні маршруту необхідно звертати увагу на характер зміни геоморфологічних форм, рослинності та її розподілення в залежності від висоти, типу рельєфу, геологічної будови території, а також на наявність та типи водних джерел, текучих вод, заболочених ділянок тощо. Всі ці зміни також обов'язково фіксуються в польовому щоденнику.

При проведенні маршруту в польовому щоденнику зазначається його напрямок і мета, а також номер. При цьому початковий та кінцевий пункти маршруту обов'язково повинні бути позначені на топографічній карті або абрисі, а хід маршруту позначається на карті спеціальною лінією (бажано кольоровою). Запис проходження маршруту в польовій книжці проводиться в наступному порядку: число, місяць, рік та день проведенні маршруту, номер маршруту, напрямок проходження, мета маршруту (рис.2.1).

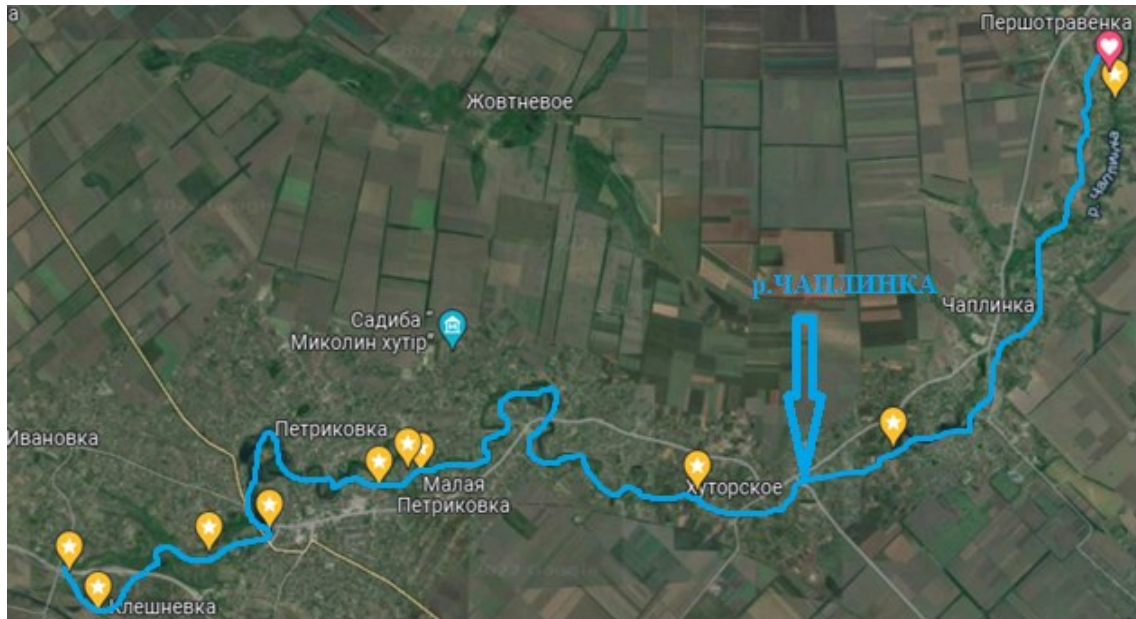


Рисунок 2.1 - Схема маршруту польового дослідження р. Чаплинка

Мета маршруту – вивчення метаморфічних порід і сучасних явищ, пов'язаних з геологічною роботою ріки та вод поверхневого стоку (яроутворення). Задача: проаналізувати виконання днопоглиблювальних робіт, які були виконанні на протязі 2017-2020 рр. Було відібрано проби води та донних відкладень для подальшого визначення хімічного складу води, гранулометричного складу та на вміст важких металів в донних відкладеннях. Також було зроблено ряд фотознімків стану річки та гідротехнічних споруд на ній.

Відбір проб відбирали у різних місцях за течією річки з врахуванням часу проходження води від одного пункту до іншого.

2.3 Методика лабораторних досліджень

2.3.1 Методика дослідження важких металів

Елементний склад проб донних відкладень визначали за допомогою рентгенофлуорисцентного аналізу за допомогою настільного спектрометра Elvax компанії «Элватех» (Україна). Цей спектрометр забезпечує найвищу точність аналізу, унікальну швидкість та низькі межі виявлення для широкого діапазону елементів, завдяки використанню нової потужної рентгенівської трубки з напругою анода до 60 кВ та струмом до 1000 мкА та SDD детектора надвеликої площі 40 мм². Похибка складає $\leq 0.05\%$. Детектор - SDD з завантаженням спектроскопічного визначення 520001/секунду. Роздільна здатність детектора (для К α Мn) при множинному завантаженні не перевищує 149 кеВ [10].

Цей метод заснований на реєстрації характеристичного рентгенівського випромінювання атомів досліджуваної речовини (від натрію до урану відповідно до порядкових номерів періодичної системи елементів), яке виникає в результаті опромінення речовини випромінюванням рентгенівської трубки. Кожен елемент періодичної системи має свою власну енергію характеристичного випромінювання.

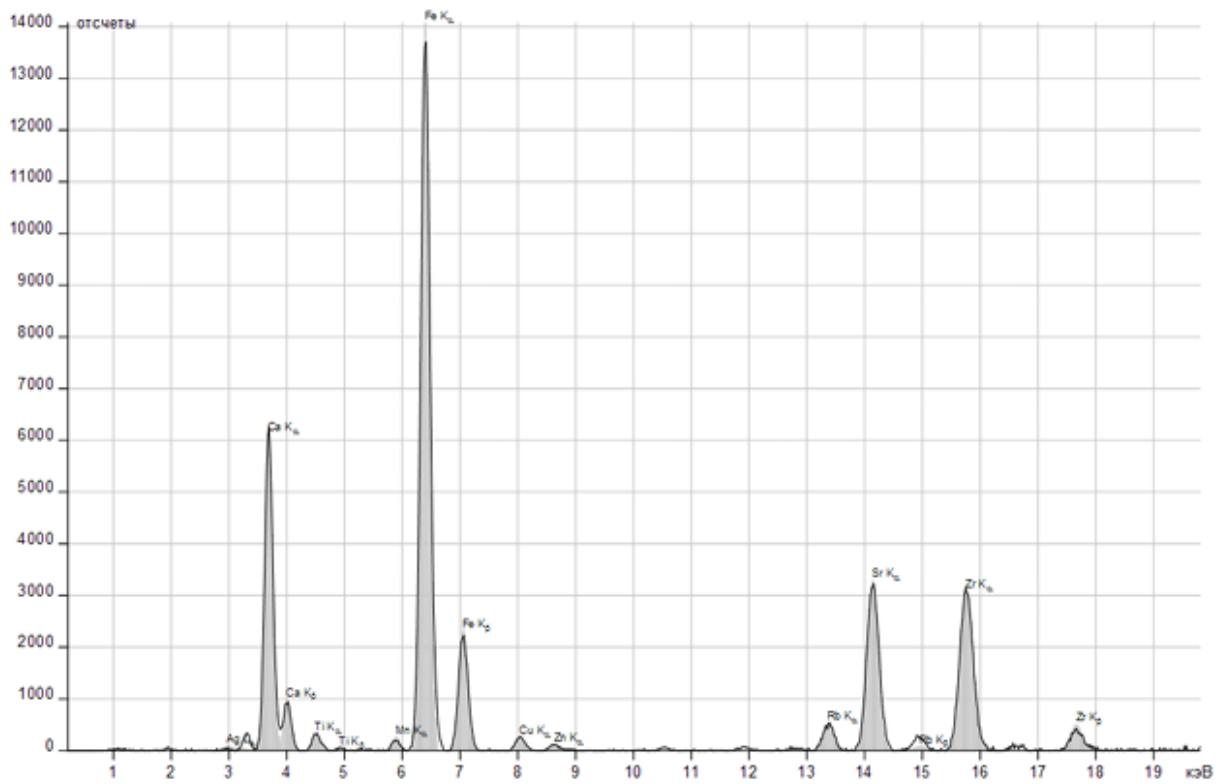
Дослідженню піддається ґрунт, який має порошкоподібний вигляд. Матеріал для дослідження переносився в спеціальну кювету приладу і розподілявся рівномірно по всій площині кювети (рис. 2.2).

Після цього кювета переносилася до приладу і за допомогою спеціальної комп'ютерної програми задається режим дослідження. Випромінювання джерела збудження під певним кутом спрямовується на пробу. Флуоресцентне випромінювання проби потім потрапляє безпосередньо на напівпровідниковий детектор, сигнали якого обробляються аналізатором імпульсів. В результаті отримують спектр в координатах «Інтенсивність (імпульси або імпульси/секунду) – Енергія квантів (кеВ)» [10].

Приклад такого спектру наведено на рис. 2.3.



**Рисунок 2.2 - Настільний спектрометр ElvaX компанії «Єлватех»
(Україна)**



**Рисунок 2.3 - Приклад спектру, отриманого на енергодисперсійному
спектрометрі**

2.3.2 Методика визначення гранулометричного складу донних відкладень

В основі методу лежить розрахунок швидкості руху частинок у стоячій воді за формулою Стокса. Наважку породи 10 г оброблюють для руйнування агрегатів розтиранням у воді гумовим пестиком у фарфоровій чашці або кип'ятінням 1-2 години, або оброблюють ультразвуком впродовж 3-5 хвилин при частоті 21-22 кГц [11-12].

Наважку переносять у другу чашку, просіюють мокрим способом через сито діаметром 0,25 мм. Фільтрат у чашці, що містить частинки менше 0,25 мм, йде на аналіз приладом Сабаніна.

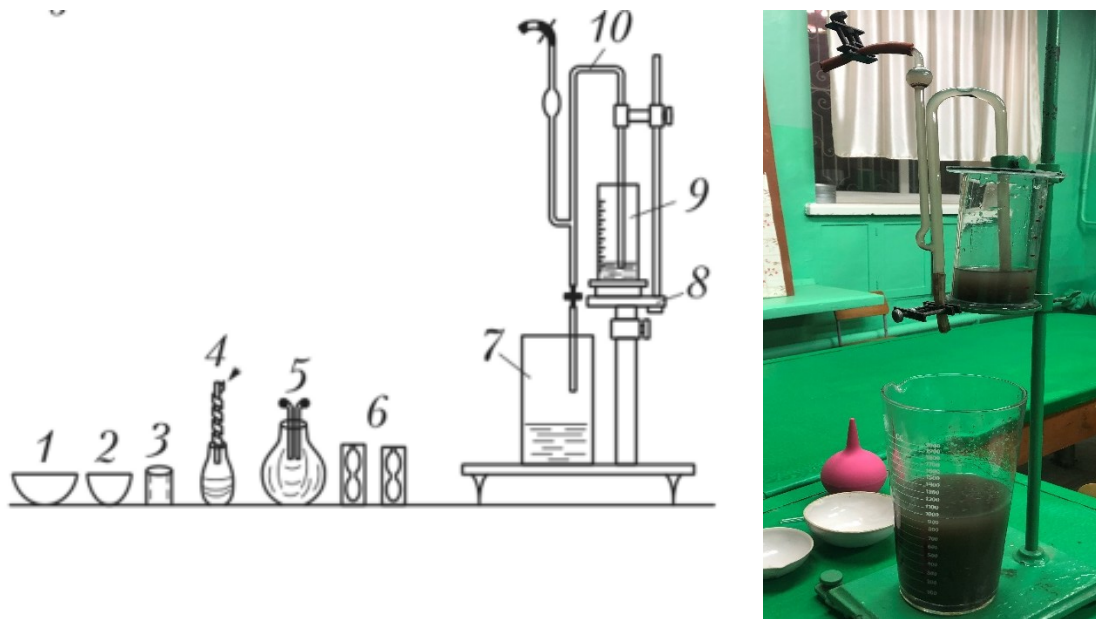
Вміст сита 0,25 мм з частинками ґрунту 0,5 – 0,25 мм переводять у малу порцелянову чашку і ставлять останню в шафу. Після висушування ґрунту порцелянову чашку зважують. Отримують вагу фракції 0,5-0,25 мм.

Потім виконується відділення частинок менше 0,01 мм. Для цього треба сколотити фільтрат у першій порцеляновій чашці і залишити в спокої на 20 секунд, після чого верхню частину рідини з дрібними частинками, що не осіли, злити в другу меншу порцелянову чашку. Через 80 секунд із другої чашки каламутну рідину зливають по скляній паличці у склянку приладу Сабаніна (рис. 2.4), не доводячи до поділки «4». Доливають в склянку води з резервуара за допомогою затиску в верхньому кінці сифона точно до поділу «4». Нижній кінець сифону в склянці має бути точно на рівні поділки «2».

Ретельно перемішують рідину в склянці мішалкою і складають у спокої на 3 хвилини 43 секунди, після чого зливають рідину зі склянки А від поділок «4» до «2» у іншу посудину. Разом з рідиною в цю посудину перейдуть частинки ґрунту менше 0,01 мм.

Знову треба розтерти обережно пальцями ґрунт у чорній чашці, скаламутити і повторити операції доти, доки через 3 хв. частинок ґрунту, що свідчить про те, що частинки менше 0,01 мм відмучені. З метою перевірки якості відмучування частинок менше 0,1 мм встановити сифон на розподілі «б» у склянці, злити з першої та другої чашок рідину в склянку так, щоб на них не залишилося жодної частинки. Долити в склянку води до поділу «12».

Скаламутити рідину в склянці і дати відстоятися на 11 хв 12 с. Якщо після закінчення цього часу верхня частина рідини (у межах поділів «12» - «6») висвітлиться, то процес відділення частинок 0,01 мм можна вважати закінченим, інакше він повинен бути продовжений шляхом зливу рідини зі склянки від поділу «12» до «6» після скаламутнення через 11 хв. 12 с до просвітлення рідини в цих межах [11-12].



1,2 - порцелянові чашки; 3 - набір сит; 4 - колба із зворотним холодильником; 5 - промивалки; 6 - піщані годинники на 120 та 30 с; 7 - посуд ємністю 5 л; 8 - штатив; 9 - градуйована склянка; 10 - рівновеликий сифон

Рисунок. 2.4 - Набір обладнання для методу А.М. Сабаніна

Після закінчення відмучування частинок менше 0,01 мм, посудину (з рідиною, що містить частинки менше 0,01 мм) відставляють убік. Ця рідина служить для поділу частинок менше 0,01 мм на приладі Робінзона.

Після закінчення попереднього досліду відбувається відділення частинок 0,05-0,01 мм. Для цього доливається в склянку вода до розподілу «12», смутити рідину мішалкою і через 27 секунд злити її від розподілу «12» до «6» в іншу посудину. У нього перейдуть із рідиною частинки менше 0,05 мм (фракція 0,05-0,01), а в склянці А залишаться частинки понад 0,05 мм (фракція 0,25-0,05 мм). Цю операцію роблять до просвітлення рідини в склянці, в межах поділок «12» і «6» за 27 секунд після вскаламутнення.

Після відстоювання рідину, що освітлилася, з судини зливають сифоном, залишок рідини з частинками ґрунту менше 0,05 переводять у зважену фарфорову чашку, просушують і зважують ґрунт у чашці. Отримують вагу фракції 0,05-0,01 мм.

Визначення фракції 0,1 – 0,05 мм. Рідина, що залишилася після останнього зливу в склянці, разом з частинками ґрунту, переводять у зважену порцелянову чашку. Відстоюють, зливають сифоном освітлену частину рідини, випарюють воду, сушать і зважують вміст чашки. Отримують вагу фракції 0,25 - 0,05 мм. Для визначення частинок 0,01 мм на фракції виконується аналіз ґрунту по Робінзону (піпетування). Рідину в посудині, що містить частинки ґрунту менше 0,01 мм промірюють мірним циліндром і зливають у 2-літрову посудину.

Закривши щільно гумовою трубкою, перемішуючи таким чином вміст пляшки на протязі 1 хвилини, потім рідину з сосуда зливають в один або два (дивлячись за об'ємом рідини) літровий циліндр. При 2-х циліндрах, коли потрібно брати контрольні проби, рівні води в них повинні бути однакові.

Час відстоювання змученої суспензії вибирають за таблицею залежно від трьох показників: - діаметра частинок; - температури суспензії; - глибини занурення піпетки. Через обраний таким чином час відстоювання в циліндр занурюють піпетку об'ємом 20 см³, на глибину, взяту з таблиці, відбирають пробу, наповнивши піпетку до межі «20 см³» за допомогою сифона або груші. У відібраній пробі знаходяться частинки ґрунту менше 0,005 мм.

Відібрану пробу з піпетки зливають у чисту скляну склянку (попередньо зважену). Склянку поміщають у сушильний шафу, висушують і зважують його вміст. Отримують вагу частинок менше ніж 0,005 мм.

Виконують розрахунок вмісту отриманих фракцій у відсотках по відношенню до всього навішування ґрунту за формулою

$$x_i = \frac{P_i}{P} \cdot 100\% , \quad (2.1)$$

де P_i – вага ґрунту кожної із отриманих фракцій (P_1, P_2, P_3), г;
 P – вага всієї наважки.

Розрахунок складу фракції менше 0,005 мм в процентах розраховується за формулою:

$$x_4 = \frac{P_4}{P} \cdot \frac{V}{v}, \quad (2.2)$$

де P_4 – вага ґрунту проби, взятої із циліндра Робінзона, г;

P – вага ґрунту всієї наважки, г;

V – об'єм рідини в сосуді, см³;

v – об'єм піпетки, см³.

Відсотковий вміст фракції 0,01 – 0,005 мм обчислюють по різниці, для цього з 100% віднімається сума відсотків всіх великих фракцій, тобто, фракцій, визначених ситовим методом та за методом Сабаніна [11-12].

2.3.3 Методика визначення якості води

З метою оцінки можливого впливу об'єктів гірничодобувної промисловості на водні ресурси і, як наслідок, на умови проживання місцевого населення були відібрані проби поверхневих вод з річки, по всій її довжині у відповідності до ДСТУ ISO 5667-2:2003.

Необхідно визначити водний показник рН, сухий залишок, загальну жорсткість, сульфати, хлориди, кальцій, магній, фосфати за МВВ № 081/12-0653-09, МВВ № 081/12-0109-03, ДСТУ ISO 6059:2003, ДСТУ ISO 9963-1:2007.

Визначення мінералізації води виконувалось за допомогою портативного лічильника TDS-meter (hold) AquaKut. Відповідно до технічного паспорту даний прилад призначений, в першу чергу, для перевірки ефективності фільтрів для очищення питної води, а, по друге, для аналізу якості вод систем водопідготовки та водоочисних систем гідропоніки, акваріумів, басейнів, а також для визначення мінералізації вод в свердловинах і колодязях. Для зняття показників необхідно зняти захисний ковпачок з лічильника TDS, занурити електроди у воду і зробити вимірювання.

2.4 Результати дослідження впливу днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки Чаплинка

2.4.1 Результати польових досліджень та аналіз впливу виконання днопоглиблювальних робіт на екологічний стан річки

Тимчасові відвали розробленого мінерального ґрунту від днопоглиблювальних робіт склалися неселективно в межах прибережних захисних смуг річок, де подекуди були залишеними після проведення будівельних робіт [13]. З урахуванням планових завдань і технологічних можливостей необхідно було здійснити повне або часткове вивезення розробленого ґрунту за межі прибережної захисної смуги або його закріплення шляхом висівання багаторічних трав чи висадження іншої рослинності, зокрема кущів та дерев. В якості альтернативного варіанту у подібних проектах, як правило не передбачається можливість використання розробленого ґрунту з кавальєрів та гідровідвалів для цілей підвищення родючості еродованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь, при умовах відповідного вмісту гумусу, як наприклад це відображено в Стратегії розвитку Магдалинівської об'єднаної територіальної громади 2020-2027 роки [9].

Таким чином не повністю вжиті запобіжні заходи, щодо запобігання або зменшення надходження у водне середовище забруднюючих речовин, порушення гідродинамічного режиму, виснаження поверхневих водних ресурсів, погіршення стану вод згідно з вимогами ДБН А.2.2-1-2003 [30].

Також це свідчить що не всюди витримується відповідно до ст. 88 Водного кодексу України ширина прибережних захисних смуг річки внаслідок подекуди щільної забудови берегів.

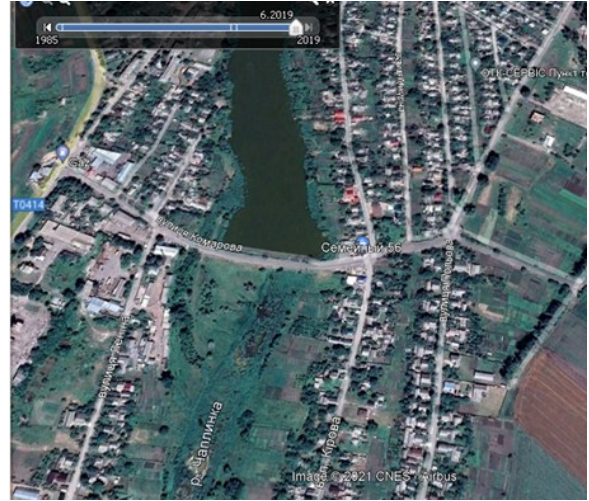
Нажаль сучасний стан всього русла річки свідчить, що днопоглиблювальні роботи не призвели до належного позитивного результату, а навпаки. Про це також свідчать і чисельні звернення громадян. Наприклад, виявлено, що по руслу

р. Чаплинка лише на території Іванівської селищної ради Петриківського району знаходяться 32 ставки і безліч малих водосховищ. Як на протязі усього русла, так і, наприклад, в межах с. Оленівка, с. Шевченковки, с. Першотравенки, розташовані глухі дамби. По всій довжині русла, де є глухі дамби без пропускної споруди, істотного результату від розчищення русла річки не відбулось. В багатьох місцях русло пересохла (рис. 2.5), зокрема поблизу глухої дамби в с. Петриківка.



Рисунок 2.5 - Стан р. Чаплинка після розчищення її русла за даними на 26.10.2021р., с. Петриківка Петриківського району [14]

Внизу по течії після глухої дамби проходить процес обміління та заростання вищою повітряно-водною рослинністю (рис. 2.6-2.7) [14]. Це є недоліком земляних робіт, виконаних у 2017-2020 роках, також виявлені недоліки не відповідають рекомендаціям ДБН В.2.4-3:2010 [29] щодо забезпечення водопропускної здатності основних гідротехнічних споруд.



а

б

Рисунок 2.6 - Глуха дамба без пропускної споруди на р. Чаплинка до розчистки її русла (а) та після (за даними на червень 2019 р.) (б) на ділянці від с.Оленівка до м. Магдалинівка Магдалинівського району



Рисунок 2.7 - Стан р. Чаплинка після розчищення русла на ділянці від с. Хуторське, с. Мала Петриківка, за даними на 11.04. 2021 р. [13]

В інших місцях, де зведені гідротехнічні споруди, які не впливають на природну течію поверхневих вод, – мости, гідрологічна ситуація значно краща, однак спостерігається інтенсивне заростання вищою водно-болотною рослинністю як до, так і після проведення днопоглиблювальних робіт (рис. 2.8).



а

б

Рисунок 2.8 - Стан русла р. Чаплинка до (за даними на червень 2018 р.) (а) і після проведення днопоглиблювальних робіт (за даними на 19.04.2021 р.) (б) в межах від с. Хуторське та с. Мала Петриківка [13].

Таким чином, для виконаних поетапно будівельним роботам з розчистки русла р. Чаплинка характерні певні недоліки, які також притаманні більшості аналогічних проектів з днопоглиблюючих робіт на малих річках.

30 серпня та 10 вересня 2022 р. автором був здійснений черговий польовий маршрут по лівому березі ріки Чаплинка вниз за течією від гирла річки біля с. Кleshнівка Петриківського району до сел. Магдалинівка Магдалинівського району. Дніпропетровської області.

Вздовж течії малої р. Чаплинка були виявлені чисельні перешкоди току поверхневих вод у вигляді глухих дамб або дамб з переливами, які розраховані на більш високі рівні води і вже не відповідають сучасним малим витратам

річки (рис. 2.9). Подібні гідротехнічні споруди потребують реконструкції високої вартості або їх заміни, оскільки не відповідають рекомендаціям ДБН В.2.4-3:2010 та ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000. Висока зарегульованість русла річки також негативно впливає на її гідрологічний стан в першу чергу за рахунок пониження швидкості течії поверхневих вод, а отже сприяння її швидкому замуленню.

В ставку с. Петриківка (вода зникла), а ще два роки назад був повноцінний став де ловили рибу, с. Оленівка (вода зовсім зникла) і ґрунт засолений (рис.2.10).



Рисунок 2.9 - Стан річки Чаплинка станом на 30.08.2022 р.



став с. Петриківка



с. Кleshнівка



с. Першотравенка



с. Мала Пертиківка



с. Іванівка



сел. Магдалинівка



с. Оленівка



Рисунок 2.10. - Стан русла р. Чаплинка після проведення днопоглиблювальних робіт станом на 18.09.2022 р.

2.4.2 Дослідження якості водних ресурсів та мулових відкладень

В звітах з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності, спрямованої на відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану річок не завжди приділяється увага поглибленому аналізу фізико-хімічного складу донних відкладень. Мулові відклади зарекомендували себе як добрий меліорант для сільськогосподарських угідь за умови задовільного якісного складу. Донні відклади, особливо їх тонкодисперсна алювіальна фракція, акумулюють різні сполуки та мікроелементи, зокрема важкі метали. Аналіз вмісту заліза Fe, марганцю Mn, кобальту Co, хрому Cr та визначення інтегрального рівня забруднення донних відкладень не виявили їх токсичного забруднення в районі розташування с. Клешнівка та смт. Петриківка. Визначення «індексів геоаккумуляції» по Г. Мюллеру в переважній більшості випадків надав змогу класифікувати донні відкладення р. Чаплинка не забрудненими, а техногенне навантаження на гідроекосистеми як слабе. З урахуванням рекомендацій щодо вмісту марганцю Mn в ґрунтовому покриву отримано п'ятий Ігео-клас, який свідчить про сильне забруднення та про суттєве техногенне навантаження на гідроекосистеми. Для характеристики процесів, що відбуваються у гідроекосистемі р. Чаплинка було розраховано коефіцієнт донної акумуляції. Оцінення екологічного статусу гідроекосистем виявило в переважній більшості надзвичайну екологічну ситуацію, існує суттєва загроза накопичення заліза Fe, марганцю Mn у донних відкладеннях. Незважаючи на виявлену низьку загрозу забруднення донних відкладень хромом Cr ризик підвищується за рахунок доволі мінливого хімічного складу поверхневих вод, а отже й можливості настання екологічної кризи для гідроекосистеми. Відновлення гідрологічного режиму сприяло б покращенню санітарного стану малої річки. Пониження ефективності днопоглиблювальних робіт частково відбувається внаслідок значної

зарегульованості русел річок, а в переважній більшості випадків пропускні гідротехнічні споруди не передбачені або не відповідають сучасному рівневому режиму водотоків. Після проведення розчисток русла річок наявна небезпека вторинного їх замулення, внаслідок залишення частини тимчасових відвалів на берегах в межах водоохоронних зон без закріплення.

Загальновідомо, що донні відкладення водотоків та водойм можна віднести до надійного показника екологічного стану гідроекосистеми. Донні відкладення, особливо їх тонкодисперсна алювіальна фракція, акумулюють різні солі, сполуки важких металів, зважені речовини природного та техногенного походження. Важкі метали, які переважно накопичуються в пелітовій фракції донних відкладень, за своїм походженням можуть бути як природні, так й техногенні [16].

Якісний склад донних відкладень є також важливим для надійної оцінки ризику впливу важких металів для водних організмів, оскільки гідрохімічні показники поверхневих вод як правило більш мінливі у часі. Тому антропогенне навантаження на водну екосистему або її водозбірну площу знайде відображення в якості незворотних змін в будові і складі донних відкладень.

Як зазначають хоча це сприяє самоочищенню водного середовища, оскільки акумулюються різні екоотоксиканти, однак також є й джерелом вторинного забруднення водойм та індикатором динаміки техногенезу.

Утворення мулових відкладень досить тривале, а їх меліоративні властивості відомі давно і відзначаються в багатьох науково-дослідних роботах [17-20]. Тому втрата цінного природного ресурсу в результаті людської недбалості не припустима. Це свідчить про доцільність визначення хімічного складу донних відкладень на стадії проектування днопоглиблювальних робіт малих і середніх річок, що нажаль не завжди відбувається. Про це свідчить аналіз звітів з оцінки впливу на довкілля відповідних видів будівельних робіт [6, 21-22].

Хімічний склад води річок формується під впливом поверхневого стоку, забрудненого продуктами ерозії і змиву хімічних добрив з орних земель, змиву з вулиць населених пунктів, підземного живлення. У низовій частині р. Чаплинка завдяки відсутності безперервного потоку води і значного впливу

підземного живлення хімічний склад води може різко змінюватись на різних ділянках ріки, а також в залежності від сезону року. По даним спостережень в різні роки сухий залишок становив від 1242 мг/дм³ в гирлі річки (1994 р.) до 7182 мг/дм³ в сел. Магдалинівка (2022 р.). Системні спостереження за якістю води в р. Чаплинка приведено в табл. 2.1

З метою оцінення рівня забрудненості донних відкладень р. Чаплинка було використані результати хімічних аналізів 4 проб, які були відібрані межах водоохоронних зон та прибережних захисних смуг річки, та мулових відкладень у травні 2020 року (табл. 2.2) [21]. Меандрування русла річок є природним процесом, тому прийнято допущення, що відібрані проби в межах меандр р. Чаплинка можна використовувати також для оцінки якісного стану її донних відкладень.

Таблиця 2.1. Системні спостереження за якістю води в р. Чаплинка

Найменування компонентів хімічного складу		Показники								
		сел. Маг-далинівка *	сел. Магдалинівка**	Першогра-венка*	ршогра-венка**	гриківка, став*	с. Іванівка*	с. Іванівка**	Гирло*	Гирло**
Дата відбору проб, рік		25.10.2007	10.09.2022	1994	10.09.2022	03.06.2016	03.05.2020	10.09.2022	03.05.2020	1994
Відстань від гирла,	км	61,2	61,2	38,5	38,5	7,1	6,6	6,6	0	0
1. Сухий залишок,	мг/дм ³	3374	7182	2075	2019	1524	3200	2007	2640	1242
2. Сульфати, SO ₄	мг/дм ³	1537	4325	743	894,6	658	1291	861	1355	373
3. Хлориди, Cl	мг/дм ³	149	213	248	149,1	88,8	270	157	146	44,0
4. Кальцій, Ca ²⁺	мг/дм ³	90,2	168	107	100,8	112	144	112	144	142
5. Магній, Mg ²⁺	мг/дм ³	229	834	114	239	94,8	199	219	70,4	66,0
6. Азот амонійний, NH ₄	мг/дм ³	<0,15		0,23		0,13	0,16		0,14	0,16
7. Азот нітритний, NO ₂	мг/дм ³	0,7		0,010		<0,02				0,010
8. Фосфати, PO ₄	мг/дм ³		5,2	0,40		0,67	<0,05	0,308	<0,05	1,20
9. Залізо загальне, Fe	мг/дм ³	0,05	1,6	0,10	0,6	<0,05	<0,05	0,108	<0,05	0,30
10. Мідь, Cu,	мг/дм ³	<0,01	<0,01			0,008				
11. Марганець, Mn	мг/дм ³	<0,01	<0,01			<0,05	0,09		0,05	
12. Загальна жорсткість,	мг-екв/дм ³	23,3	46,6	14,8	14,8	13,4	23,6	14,38	13,0	12,5
13. Водневий показник, pH		7,4	8,59	8,1	7,94	7,9	8,47	7,65	8,17	8,2
Формула хімічного складу		Сульфатно-гідрокарбонатно-магнієво-натрієва								

Примітка: * - Аналіз якості води в р. Чаплинка виконаний

** - Аналіз якості води в р. Чаплинка визначено автором

Оцінка токсичного забруднення донних відкладень проведена за результатами хімічних аналізів [6] та подальшого розрахунку показника забруднення (Z_c) [24]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1) \quad (2.3)$$

Таблиця 2.2 - Результати лабораторного дослідження донних відкладень

Показник	Проба № 1. Донні відкладення природних водойм	Проба № 2. Донні відкладення природних водойм	Проба № 3. Донні відкладення природних водойм	Проба № 4. Донні відкладення природних водойм
	р. Чаплинка, заплава місця впадіння у р. Оріль, заплава ближче до східного берегу Об'єднано-усереднена проба. 48°41'30.3"N 34°35'22.7"E, 48°41'30.5"N 34°35'22.8"E	р. Чаплинка, заплава північного берегу на південь від ґрунтової дороги перед меандрою на південно-західній межі села Клешнівка Об'єднано-усереднена проба. 48°42'21.0"N 34°34'34.2"E, 48°42'20.9"N 34°34'35.6"E	р. Чаплинка, заплава меандри на південній межі с. Іванівка, і північний берег на південь від ґрунтової дороги. Об'єднано-усереднена проба. 48°42'43.4"N 34°35'33.0"E, 48°42'44.7"N 34°35'42.3"E	р. Чаплинка, заплава після ставку по вул. Полтавське ш., смт. Петриківка Об'єднано-усереднена проба. 48°42'50.4"N 34°36'57.0"E, 48°42'50.6"N 34°36'56.0"E
Водневий показник (водна витяжка), од. рН	7,0±0,2	6,8±0,2	6,6±0,2	6,7±0,2
Органічна речовина, %	1,9±0,4	2,1±0,4	3,3±0,5	1,5±0,3
Органічні речовини (що екстр. петрол. ефіром), мг/кг	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0
Залізо, мг/кг	167,20±33,44	211,40±42,28	190,50±38,10	282,90±56,58
Кобальт, мг/кг	0,260±0,0676	0,410±0,107	0,220±0,0572	0,280±0,0728
Марганець, мг/кг	92,50±14,80	102,60±16,42	102,90±16,46	112,20±17,95
Хром, мг/кг	0,840±0,185	0,660±0,145	0,560±0,123	0,920±0,202

де K_c – коефіцієнт концентрації i -ої забруднюючої речовини:

$$K_c = C/C_\phi \quad (2.4)$$

C – фактичний вміст хімічної речовини в донних відкладеннях; C_ϕ – середня фонові концентрація хімічної речовини в регіоні, або гранично допустима концентрація (ГДК) хімічних елементів (див. табл. 3.2); n – загальна кількість забруднюючих речовин, що контролюється.

За показником Z_c визначають інтегральний рівень забруднення донних відкладень, а отже отримати й відомості щодо вмісту токсичних елементів у водах досліджуваного водного об'єкту [24]. Слід відзначити, що за аналогічною методикою можна визначати техногенне навантаження й на ґрунтовий покрив.

Слід звернути увагу, що при використанні показника Z_c не враховується підпорядкування за класами гігієнічної шкідливості та сучасні розробки з токсикології хімічних елементів. Одна й та сама ступінь забруднення за Z_c може бути обумовлена різними забруднювачами [24].

Об'єднання хімічних елементів у групи для оцінки їх сумісної дії доцільно проводити на підставі подібності їх хімічних властивостей або токсикологічної шкідливості для живих організмів [24, 27].

Для визначення ступеня забруднення донних відкладень важкими металами користуються «Ігео-класами», або «індексами геоаккумуляції» по Г. Мюллеру, які встановлюються згідно рівняння [24, 26]:

$$I_{geo} = \log_2(C_n / 1,5 \cdot B_n) \quad (2.5)$$

де C_n – виміряна концентрація елементу n у донних відкладеннях (фракції менше 0,020 мм); B_n – геохімічна фоновіа концентрація елементу n (визначається за даними спеціальних регіональних досліджень), множення її на коефіцієнт 1,5 проводиться для врахування природних флуктуацій [24].

«Індекси геоаккумуляції» по Г. Мюллеру надають можливість віднести донні відкладення до різних класів якості з урахуванням техногенного навантаження на водні екосистеми [24, 25].

Для оцінки співвідношення концентрацій забруднень у донних відкладеннях ($C_{дв}$) і у воді ($C_{вода}$), використовують коефіцієнт донної акумуляції (КДА):

$$КДА = C_{дв} / C_{вода} \quad (2.6)$$

Для характеристики процесів, що відбуваються у гідроекосистемах, використовують подібні коефіцієнти, які враховують здатність забруднюючих речовин до накопичення у донних відкладеннях та гідробіонтах [24].

Нажаль на сьогодні нерегламентований вміст донних відкладень та відсутній єдиний державний фонд даних про фонові концентрації мікроелементів та сполук у донних відкладеннях водних об'єктів різного цільового призначення.

За результатами науково-практичних робіт, наприклад [24], відомо, що для тонкодисперсних відкладів характерний підвищений вміст органічного вуглецю, також переважно накопичують кобальт, залізо, марганець тощо.

Для порівняльної характеристики вмісту важких металів у донних відкладеннях використано величини гранично допустимої концентрації (ГДК), мг/кг з урахуванням фону (кларка) згідно з Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1595 від 14.07.2020 р., а також допустимі концентрації з урахуванням короткострокової та довгострокової дії згідно з Загальними стандартами якості для поверхневих вод та осаду, опублікованими у червні 2000 р. в Урядовому віснику Staatscourant Нідерландів (табл. 5) [24].

Аналіз табл. 2.3 свідчить про відсутність забруднення донних відкладень р. Чаплинка на відрізку її русла в районі розташування с. Клешнівка та смт. Петриківка.

Токсичне забруднення донних відкладень відсутнє (з урахуванням принципів методики визначення показника забруднення (Z_c)).

Під час визначення концентрацій важких металів за Ігео-класами (по Г. Мюллеру) за відсутності відповідних даних про регіональні дослідження було зроблена заміна геохімічних фонових концентрацій мікроелементів у донних відкладеннях у підрахунках на ГДК, наведені в табл. 3.3. Результати розрахунків представлено нижче в табличній формі.

В переважній більшості випадків отримано наступне: Ігео-клас – 0; рівень забруднення важкими металами донних відкладів по Г. Мюллеру – незабруднені: техногенне навантаження на гідроекосистеми – слабе (мало небезпечні);

екологічна зона гідроекосистеми, клас стану донних відкладів – зона норми, задовільний (сприятливий) стан.

З урахуванням рекомендацій щодо вмісту марганцю в ґрунтовому покриву отримано переважно п'ятий Ігео-клас, який свідчить про сильно забруднені-надзвичайно забруднені важкими металами донні відклади, про суттєве (небезпечне) техногенне навантаження на гідроекосистеми, про екологічну зону кризи і про дуже несприятливий стан донних відкладів. Однак слід зауважити, що за відсутності відповідних фонових концентрацій мікроелементів були використані ГДК для ґрунтів. Отримані результати досліджень свідчать про можливу загрозу забруднення ґрунтів марганцем у разі використання подібних донних відкладень в якості меліоранту для сільськогосподарських угідь, а тому потребує подальших досліджень оцінка рівня забруднення донних відкладень малої річки.

Оцінення екологічного статусу гідроекосистем виявило в переважній більшості надзвичайну екологічну ситуацію (табл. 2.4). Існує суттєва загроза накопичення важких металів Fe, Mn у донних відкладеннях. Незважаючи на низьку загрозу забруднення донних відкладень Cr доволі строкатий хімічний склад поверхневих вод р. Чаплинка все ж таки свідчить про можливість настання й екологічної кризи для гідроекосистеми.

Слід зауважити, що в розрахунках використано результати лабораторних аналізів хімічного складу поверхневих вод та донних відкладень за різні часові проміжки.

Також автором був визначений елементний склад донних відкладень на вміст важких металів. Проби мулових відкладень з гирла річки біля с. Клешнівка та с. Оленівки (кінець річки).

Усі отримані у процесі аналізу цифрові дані наведені в таблиці 2.5. На рис. 2.11-2.12 представлений спектр, який отримували в результаті дослідження.

Таблиця 2.3 - Результати визначення характеристики рівнів забруднення донних відкладів за Ігео-класами та техногенним навантаженням на водні екосистеми

Елемент	№ проби	Залізо Fe	Марганець Mn	Кобальт Co	Хром Cr
Фон елемента за даними [6]		4,72	850	19	90
ГДК у ґрунті з урахуванням фону, мг/кг		-	1500	5	6
Допустимі рівні (довгостроковий вплив)		-	-	9	100
Допустимі рівні (короткостроковий вплив)		-	-	19	380
Вміст C_n , мг/кг	1	167,2	92,5	0,26	0,84
	2	211,4	102,6	0,41	0,66
	3	190,5	102,9	0,22	0,56
	4	282,9	112,2	0,28	0,92
«Індекс геоаккумуляції» з урахуванням фонових концентрацій	1	7,11	0,02	0	0
	2	8,99	0,02	0	0
	3	8,10	0,02	0	0
	4	12,03	0,03	0	0
Ігео-клас з урахуванням фонових концентрацій	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	1	0	0	0
«Індекс геоаккумуляції» з урахуванням ГДК у ґрунті, мг/кг з урахуванням фону (кларка)	1	-	27842,5	0,26	1,01
	2	-	30882,6	0,41	0,79
	3	-	30972,9	0,22	0,67
	4	-	33772,2	0,28	1,11
Ігео-клас з урахуванням ГДК у ґрунті, мг/кг з урахуванням фону (кларка)	1	-	4,00	0	0
	2	-	5,00	0	0
	3	-	5,00	0	0
	4	-	5,00	0	0
«Індекс геоаккумуляції» з урахуванням допустимих рівнів (довгострокове цільове призначення)	1	-	-	0,47	16,86
	2	-	-	0,74	13,24
	3	-	-	0,40	11,24
	4	-	-	0,51	18,46
Ігео-клас з урахуванням допустимих рівнів (довгострокове цільове призначення)	1	-	-	0	0
	2	-	-	0	0
	3	-	-	0	0
	4	-	-	0	0
«Індекс геоаккумуляції» з урахуванням допустимих рівнів (короткострокове призначення)	1	-	-	0,99	64,05
	2	-	-	1,56	50,33
	3	-	-	0,84	42,70
	4	-	-	1,07	70,15
Ігео-клас з урахуванням допустимих рівнів (короткострокове призначення)	1	-	-	0	0
	2	-	-	0	0
	3	-	-	0	0
	4	-	-	0	0

Таблиця 2.4 - Результати оцінки екологічного статусу гідроекосистеми на підставі розрахунку показників забруднення донних відкладів

Проба води	Проба донних	Залізо Fe		Марганець Mn		Хром Cr	
		КДА	Критерій	КДА	Критерій	КДА	Критерій

	відкладень		оцінки		оцінки		оцінки
смт. Магдалинівка, 25.10.2007	1	3344	н.е.с.	9250	н.е.с.	-	-
	2	4228	н.е.с.	10260	е.к.	-	-
	3	3810	н.е.с.	10290	е.к.	-	-
	4	5658	н.е.с.	11220	е.к.	-	-
с. Першотравенка, 1994	1	1672	н.е.с.	-	-	-	-
	2	2114	н.е.с.	-	-	-	-
	3	1905	н.е.с.	-	-	-	-
	4	2829	н.е.с.	-	-	-	-
смт. Петриківка, став, 03.06.2016	1	3344	н.е.с.	1850	н.е.с.	84	в.з.с.
	2	4228	н.е.с.	2052	н.е.с.	66	в.з.с.
	3	3810	н.е.с.	2058	н.е.с.	56	в.з.с.
	4	5658	н.е.с.	2244	н.е.с.	92	в.з.с.
с. Іванівка, 03.05.2020	1	3344	н.е.с.	1027.8	н.е.с.	84	в.з.с.
	2	4228	н.е.с.	1140	н.е.с.	66	в.з.с.
	3	3810	н.е.с.	1143.3	н.е.с.	56	в.з.с.
	4	5658	н.е.с.	1246.7	н.е.с.	92	в.з.с.
гирло, 03.05.2020	1	3344	н.е.с.	1850	н.е.с.	84	в.з.с.
	2	4228	н.е.с.	2052	н.е.с.	66	в.з.с.
	3	3810	н.е.с.	2058	н.е.с.	56	в.з.с.
	4	5658	н.е.с.	2244	н.е.с.	92	в.з.с.
гирло, 1994	1	557.3	в.з.с.	-	-	-	
	2	704.7	в.з.с.	-	-	-	
	3	635	в.з.с.	-	-	-	
	4	943	в.з.с.	-	-	-	

Примітка. «е.к.» – екологічна криза; «н.е.с.» – надзвичайна екологічна ситуація; «в.з.с.» – відносно задовільна ситуація.

Таблиця 2.5 - Загальний вміст елементів в пробі донних відкладень

Елемент	Концентрація	
	с. Оленівка 13.09.2022	Гирло 30.08.2022
1	2	3
Ca	27,143 ± 0,202%	Ca 13,567 ± 0,135%
Si	6,443 ± 0,079%	Si 10,081 ± 0,043%
Fe	23,875 ± 0,108%	Fe 23,704 ± 0,102%
K	5,271 ± 0,228%	5,063 ± 0,156%
Al	0,311 ± 0,148%	2,790 ± 0,086%

Продовження таблиці 2.5

1	2	3
Ti	2,239 ± 0,072%	1,120 ± 0,032%

Cl	1,191 ± 0,047%	1,381 ± 0,031%
Mn	0,825 ± 0,021%	0,405 ± 0,009%
S	0,550 ± 0,008%	0,419 ± 0,006%
Mn	0,311 ± 0,148%	0,405 ± 0,009%
Zn	0,111 ± 0,005%	0,044 ± 0,002%
P	0,094 ± 0,010%	0,042 ± 0,010%
Ni	0,073 ± 0,042%	0,034 ± 0,003%
Cr	0,058 ± 0,024%	0,031 ± 0,010%
V	0,047 ± 0,006%	0,025 ± 0,018%
Cu	0,041 ± 0,005%	0,019 ± 0,002%
Pb	0,013 ± 0,004%	0,015 ± 0,002%
Ga	0,010 ± 0,037%	0,004 ± 0,001%
Co	0,007 ± 0,015%	0,003 ± 0,014%
Mg	< 0,736%	< 0,279%
Cd	< 0,055%	< 0,017%
W	< 0,011%	< 0,004%
Ge	< 0,005%	< 0,001%
As	< 0,005%	< 0,001%
Se	< 0,004%	< 0,001%

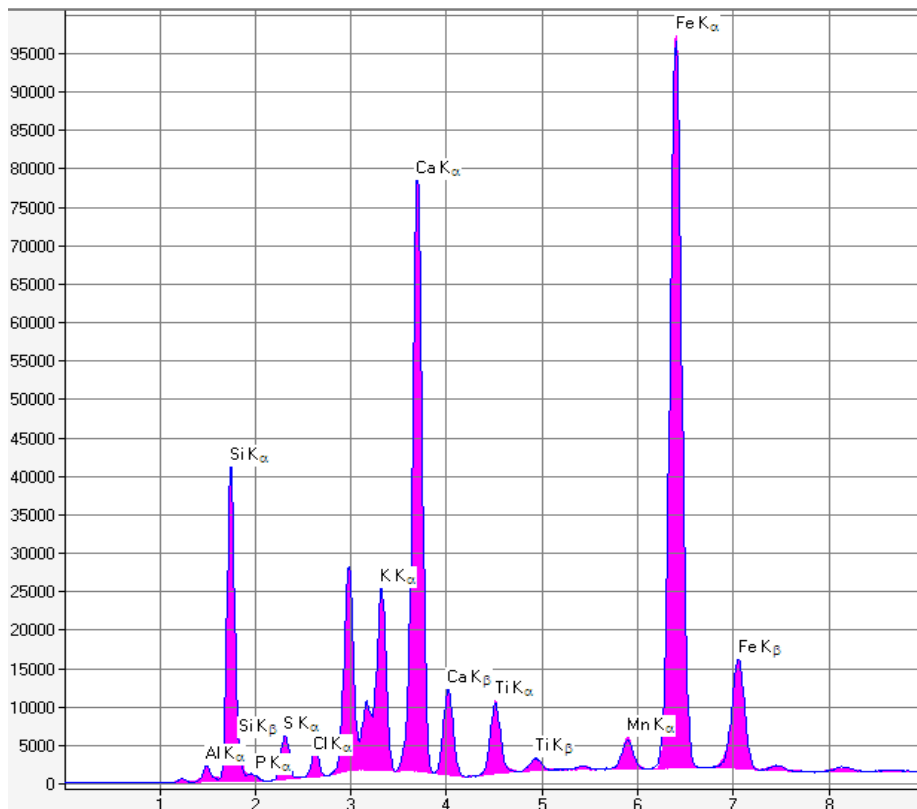


Рисунок 2.11 - Спектральний аналіз вмісту елементів в донних відкладеннях в пробі (гирло річки біля с. Клешнівка)

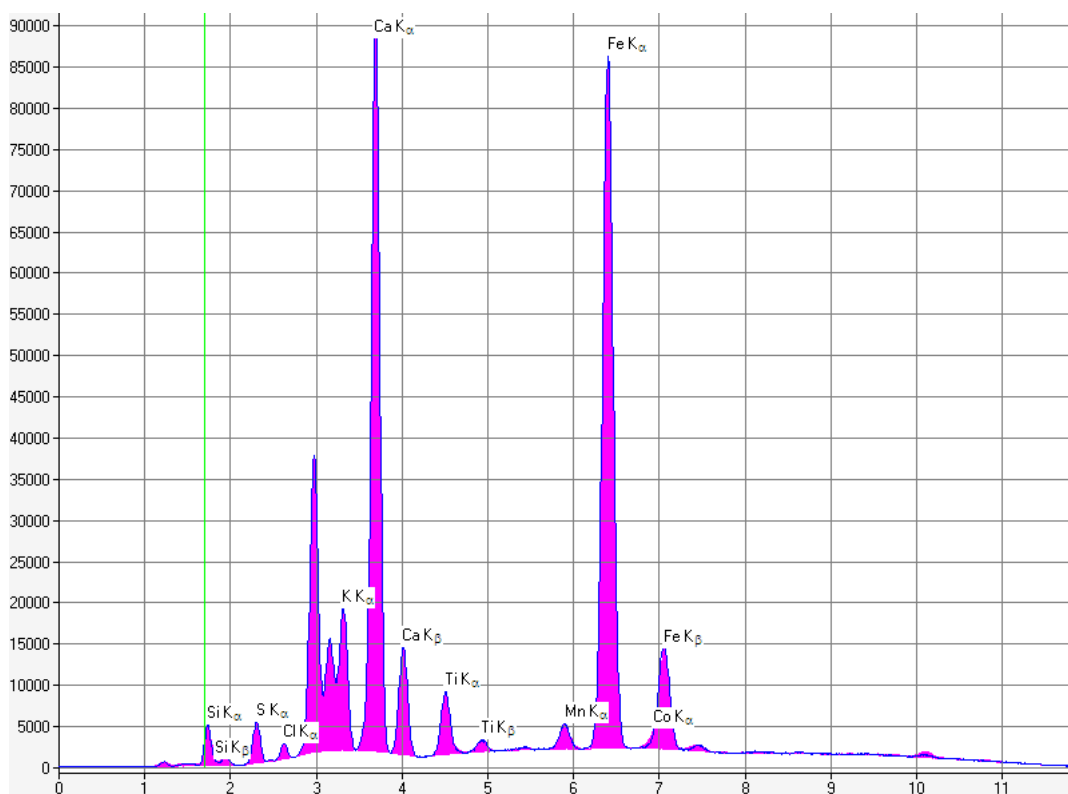


Рисунок 2.12 - Спектральний аналіз вмісту елементів в донних відкладеннях в пробі (с. Оленівка)

Таблиця 2.6 - Гранулометричний складу ґрунту гирло річки біля с. Клешнівка

Діаметр частинок, мм	маса чашки з ґрунтом, г	маса чашки пустого, г	маса фракції, г	перерахунок маси фракції в % до всієї наважки ґрунту	Фото зразка
0,5-0,25	38,65	38,58	0,07	0,7	
0,25-0,05	158,56	155,32	3,24	32,4	
0,05-0,01	152,11	149,22	2,89	28,9	
менше 0,005	16,74	16,73	0,01	0,05	
0,01-0,005	64,63	60,84	3,79	37,95	

Глина пілувата

Таблиця 2.7 - Гранулометричний склад ґрунту кінець р. Чаплинка біля с. Оленівка

діаметр частинок, мм	маса чашки з ґрунтом, г	маса чашки порожнього, г	маса фракції, г	перерахунок маси фракції в % до всієї проби ґрунту	Фото зразка
0,5-0,25	38,69	38,58	0,11	1,1	
0,25-0,05	158,31	155,32	2,99	29,9	
0,05-0,01	153,14	149,22	3,92	39,2	
менше 0,005	16,8	16,73	0,07	0,7	
0,01-0,005	63,75	60,84	2,91	29,1	
Суглинок важкий пілуватий					

Як видно з результатів, що накопичення важких металів відсутнє в даних пробах донних відкладень.

В результаті дослідження складу гранулометричного складу донних відкладень отримали відповідно до класифікації Охотіна В.В. назву досліджуваному ґрунту [27]. Використовуючи відомості про відсотковий вміст фракцій ґрунту є глина пілувата в с. Клепшівка та суглинок важкий пілуватий в с. Оленівці (табл. 2.6-2.7).

Згідно отриманих даних гранулометричного складу було побудовану сумарну інтегральну криву по двом зразкам донних відкладень (рис.2.8)

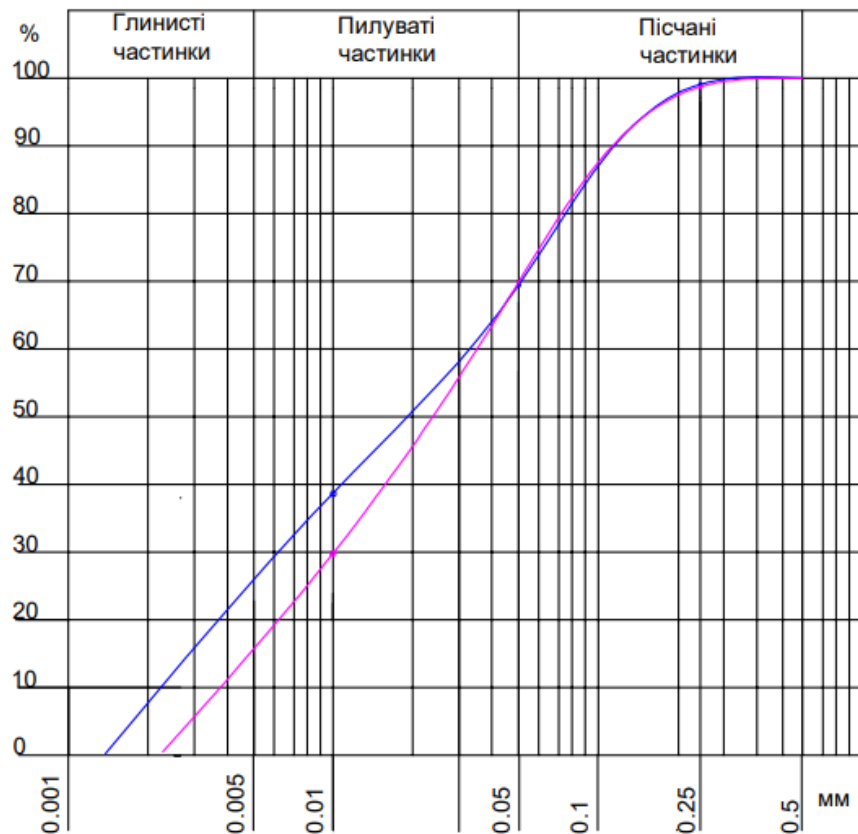


Рисунок 2.13 - Інтегральна крива донних відкладень

З графіку інтегральної кривої визначили, що ґрунт однорідний. Так як коефіцієнт однорідності менше $k_n < 5$ для глинистих ґрунтів згідно ДСТУ Б В.2.1-19:2009 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу». Про ступінь неоднорідності породи можна судити і за характером інтегральної кривої гранулометричного складу. Крута крива вказує на однорідність породи за гранулометричним складом.

3 РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЧАПЛИНКА

Тісний гідравлічний зв'язок між поверхневими та підземними водами досліджували багато вчених, зокрема [5]. Вони стверджують, що необхідно приділяти особливу увагу дослідженню гідрогеологічної значимості алювіального порового колектора геоструктурних областей. Оскільки порові колектори відіграють важливу роль у нагромадженні та транзиті вод до горизонтів, що залягають нижче. Порушення рівноваги може призвести до інтенсифікації інфільтрації поверхневих вод у підземні, або навіть їх до перетоку. Для підтримання гідрологічного та санітарного стану водотоків потрібно дотримуватись вимог екологічного законодавства, насамперед, Водного кодексу України, та інших регулюючих документів.

Відповідно до п. 4.4 ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва» клас наслідків (відповідальності) даного об'єкту встановлювався за найвищою характеристикою можливих наслідків і був визначений як СС2.

В результаті проведення днопоглиблювальних робіт було розчищено мул текучий, з великою кількістю органіки і залишків водоростей, потужністю шару 0,3-0,7 м. Розробка донних відкладень планувалась у відвали та карти намиву для просушки з наступним навантаженням в автомашини та перевезенням на постійне місце складування з розрівнюванням.

При розчистці річки використовували екскаватор одноковшовий дизельний на пневматичному ходу з ємністю ковша 0,65м³. Виконання робіт екскаватором з берегу, з розробкою мулового ґрунту у відвал для просушки. З наступним навантаженням в автомашини та перевезенням на постійне місце складування з розрівнюванням. Робота екскаваторів забезпечила б утворення полого відкосу, наближеного до більш природнього, що повинно було запобігати обсипці берегів.

При виконанні будівельно-монтажних робіт повинні були дотримуватися вимог ДСТУ Н Б В.2.1-28-2013, ДБН А.3.1-5-2016, ДБН А.3.2-2-2009, СНіП 3.07.01-85, а також правил пожежної безпеки при виробництві БМР ППБ 05-86.

Недотримання технології закріплення поверхні тимчасових відвалів в межах берегової лінії обумовлює високий ризик повторного замулення попередньо розчищених ділянок русла річки та нівелює доцільність виконання будівельних робіт. Необхідність визначення фізико-хімічних властивостей донних відкладень річок як правило не відзначається й у інших подібних будівельних проектах. Нажаль й у рекомендаціях ДБН А.2.2-1-2003 не зовсім чітко це прописано. Таким чином, як на стадії проектування, так і після реалізації будівельних робіт виявлена необхідність підвищення контролю.

З метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок в межах водоохоронних зон по перше виділяються земельні ділянки під прибережні захисні смуги, а по друге прибережні захисні смуги встановлюються, по обидва береги річок у вздовж урізу води шириною захисної смуги 25 м. Нажаль не всюди по течії річки виконується рекомендація ст. 88 Водного кодексу України.

Керуючись Постановою Кабінету Міністрів «Про затвердження Порядку проведення державної експертизи з питань техногенної безпеки проектів будівництва об'єктів, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, та переліку зазначених об'єктів» № 767 від 20.08.2008 року переліком об'єктів, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, проекти будівництва яких підлягають державній експертизі з питань техногенної безпеки не передбачається розроблення подібних розділів під час розробки проектів з розчистки малих річок.

Аналіз проектно-кошторисної документації, результатів виконаних будівельних робіт та регламентуючої документації виявив відсутність чітких рекомендацій щодо максимально можливої глибини виконання

днопоглиблювальних робіт, що може пояснити низьку ефективність від реалізації будівельних робіт на р. Чаплинка. Шар мулових наносів, який необхідно видалити під час днопоглиблювальних робіт, необхідно коректно визначати на стадії інженерних вишукувань, які регламентуються ДБН А.2.1-1-2008.

Нажаль економія коштів за рахунок проведення гідрогеологічних робіт низької якості призводить в результаті не лише до малої ефективності від реалізації дно поглиблюючих робіт, але й до порушення природних умов току річки за рахунок руйнування її ложа. Як це мало місце з р. Чаплинка, внаслідок порушення її природного водотривкого ложа на певних ділянках її поверхневі води поповнили підземні та відбувається тривалий перерозподіл водних ресурсів на цих територіях. Це свідчить про доцільність внесення більш чітких й жорстких регламентуючих рекомендацій, зокрема у ДБН А.2.1-1-2008, ДБН А.2.2-1-2003 та передбачити в якості обов'язкового елементу у структурі звітів з оцінки впливу на довкілля від планової діяльності, та контролю за їх дотриманням на всіх стадіях організації і технології робіт з розчистки русла річок.

Необхідно посилити контроль за виконанням будівельних робіт на всіх стадіях від проектування до реалізації, а також передбачити адміністративну відповідальність за порушення регламентуючих рекомендацій. Так, на прикладі річки Чаплинка були виконані роботи з її розчистки русла не вздовж усієї річки, а ділянками. Також виникає питання за дотриманням рекомендацій інженерних вишукувань щодо мулових відкладень, які підлягають видаленню без пошкодження цілісності природного ложа річки [31].

Також пропонується для розчищення русла малих річок використовувати земснаряд, а не екскаватор. Тому, що останній наносить шкоду розчищенню як дна річки так і її відкосів.

А ось, за допомогою земснаряду русло річки очищаються від шкідливих відкладень без необхідності тимчасового осушення, а, значить, флорі і фауні водойми наноситься мінімальна шкода. Видалення рослинності: плаваюча та укорінена рослинність, забруднене дно можуть бути ефективно очищені.

Так уже склалося, що саме земснаряд часом стає єдиноможливим способом очищення водойм від мулу. В окремих випадках відсутні під'їзди для автомобільної спецтехніки до води, в інших – проблема криється в занадто великій кількості води, по-третє – економічно доцільно скористатися більш ефективними і продуктивними земснарядами, замість того, щоб витратитися на оренду цілого парку спецтехніки наземного базування.

Очищення русла річок від мулу за допомогою сучасного високопродуктивного промислового земснаряда – часом стає єдиним ефективним виходом з ситуації, що склалася (рис.3.1). Ще однією перевагою цього способу очищення дна водойми можна назвати його екологічну чистоту.



Рисунок 3.1 - Багатофункціональний земснаряд - амфібія Watermaster

Одна універсальна машина для всіх видів робіт на мілководді. Багатофункціональний земснаряд-амфібія Watermaster чудово справляється із завданнями, які зазвичай вирішуються за допомогою кількох окремих машин. Завдяки своєму універсальному набору робочих пристроїв, що швидко замінюються, може виконувати всі роботи на мілководді від сухого ґрунту до глибини шести метрів [32].

Отже, розробка та запровадження дієвої системи стратегічного бачення щодо захисту, відновлення та раціонального використання водних екосистем малих річок повинна обґрунтовуватись критеріями екологічно безпечного

функціонування за алгоритмом (рис. 3.2), а реалізація підходів забезпечуватись принципами системної оптимізації складних техно-природних екосистем [33].

Дослідженнями встановлено розбалансованість між попитом водогосподарських потреб і кількістю створених ставків і водосховищ в басейнах малих річок. Значні об'єми зарегулювання перевищують природний річковий стік, що негативно впливає на екологічну безпеку водних об'єктів. Порівняльне оцінювання екологічної ситуації шляхом введення коефіцієнта фрагментації річки засвідчує, що найбільше навантаження припадає на басейни малих річок, розташованих у межах Дніпропетровської та Кіровоградської областей.



Рисунок 3.2 - Структурна схема екологічно безпечного функціонування басейну річки

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Таким чином, виконані у кваліфікаційній роботі дослідження виявили чисельні перепони вільного руху води в річці після проведення на ній робіт з відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану. Нажаль будівельні роботи виконувались на окремих ділянках русла річка, вибір яких, як правило, залежить від господарської діяльності, а не від результатів гідрогеологічних вишукувань. Виникає питання також підсилення контролю за дотриманням будівельних робіт до рекомендацій польових гідрогеологічних досліджень. Для досягнення планованих результатів від провадження днопоглиблювальних робіт на малих та середніх річках слід передбачати на стадії проектування заходи з усунення перешкод руху поверхневих та підземних вод не лише за рахунок власне робіт з розчищення русла річки, але й за рахунок відновлення джерел живлення водотоків, оновлення гідротехнічних споруд (влаштування переливів з урахуванням сучасних рівнів води в річці, ліквідації глухих дамб), передбачення більш жорсткого моніторингу за гідрологічним станом річок хоча б продовж декількох років після проведення днопоглиблювальних робіт.

Для покращення санітарного та гідрологічного стану р. Чаплинка продовж 2017-2020 рр. поетапно відбувалось розчищення її русла. Внаслідок проведення днопоглиблювальних робіт мінеральний ґрунт з дна річки було складовано у тимчасові відвали. При цьому не передбачалось селективний розподіл донних відкладень та іншого мінерального ґрунту. Нажаль по закінченню днопоглиблювальних робіт частина тимчасових відвалів залишилась в прибережній смузі річки без закріплення багаторічними травами чи заліснення. Це згодом може призвести до повторного замулення русла малої річки. А отже й створення сприятливих умов для подальшої адсорбції важких металів з поверхневих вод донними відкладеннями.

Зменшення очікуваної ефективності від днопоглиблювальних робіт на р. Чаплинка можна пояснити значною зарегульованістю її русла. Більшість гідротехнічних споруд збудована або глухими, без пропускних споруд чи

переливів, не законно для улаштування ставків з розведення риби, або зведені за давніх часів з урахуванням занадто великих витрат річкового стоку і, як наслідок, високих рівнів води. Додатковим нерегульованим і мало дослідженим чинником на сьогодні є вплив дренажного каналу.

Слід закріпити в структурі звітів з оцінки впливу на довкілля визначення хімічного складу донних відкладень, по перше, для попередження втрати цінного природного ресурсу, а по друге, для збору відомостей про фонові концентрації тих чи інших мікроелементів у донних відкладеннях, а отже й даних про техногенне навантаження на гідробіологічні системи.

На нашу думку, оцінення рівня забруднення донних відкладень доцільно проводити не лише шляхом співставлення концентрацій мікроелементів та сполук, але й з врахуванням різних інтегральних методик, які враховують сумарний вплив екоотоксикантів. Наприклад, вважається, що коефіцієнти донної акумуляції достатньою мірою характеризують рівень токсичного забруднення водної екосистеми в цілому, та відображають не випадкову ситуацію, а характеризують тривалу токсифікацію водного об'єкту.

Проведення достовірної оцінки стану гідроекосистеми за коефіцієнтами накопичення забруднюючих речовин повинні враховувати дані спостережень за тривалий час з мінімальним періодом не менше трьох років, що свідчить за доцільність проведення подальших досліджень з моніторингу якісного складу донних відкладень малих річок з урахуванням антропогенного навантаження на водозбірні площі.

Отже, для стабілізації і відновлення гідрологічного та екологічного стану малих річок степової зони України дуже актуальним є: виконання детальної оцінки відповідності наявної кількості ставків і малих водосховищ у басейнах річок вимогам Водного кодексу України; еколого-економічне обґрунтування доцільності подальшої експлуатації для кожної окремо взятої водойми і споруди; розробка обласних програм ліквідації ставків і водосховищ, які не виконують своїх водогос- подарських функцій та створюють екологічну небезпеку функціонуванню річкової екосистеми басейну; подальше удосконалення

методичних підходів щодо оцінювання рівня екологічної безпеки водогосподарських об'єктів в басейнах малих річок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Даниляк А. Забруднення водойм України. Екодія. Новини від 6 Квітня 2021. URL: <https://ecoaction.org.ua/zabrudnennia-vodojm-ukrainy.html>
2. Малі річки та їх охорона. Екологія. Право. Людина. Верховенство права для захисту довкілля. Новини від 9 липня 2017. URL: <http://epl.org.ua/human-posts/mali-richky-ta-yih-ohorona/>
3. Програма «Регулювання водних відносин при проведенні робіт з розчистки русел річок. Басейнове управління водних ресурсів річки тиса закликає врегулювати відносини при проведенні робіт з розчистки русел річок Закарпаття, щоб зупинити зухвалий, самовільний та неконтрольований забір річкових відкладів від 19.08.2017р. URL: <https://rakhiv-rda.gov.ua/node/12288>
4. Кочкина М. Обухівщина: на річці Козинка незаконно проводили днопоглиблювальні роботи. Новини від 09.10.2020. ІА «Погляд» URL: <https://bit.ly/3Fp0nOf>
5. Харкевич В. Роль алювіальних відкладів як порового колектора прісних підземних вод на заході України (Львівщина) Вісник. Львівського університету. Серія геологічна. 2015. Випуск 29. С. 97–106. URL: <https://bit.ly/3hoidcq>
6. Звіт з оцінки впливу на довкілля. Виконання робіт згідно робочого проекту «Відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану р. Чаплинка на території Петриківської селищної ради Петриківського району Дніпропетровської області – капітальний ремонт». (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності 2018326415). Дніпро. 2018. 116 с.
7. Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності “Відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану р. Чаплинка на території Іванівської селищної ради Петриківського району Дніпропетровської області – капітальний ремонт. Коригування” (реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності 2020565757). Дніпро. 2020. 151 с.

8. Відновлення гідрологічного режиму та санітарного стану ділянок р. Чаплинка від с. Оленівка до с. Шевченківка Магдалинівського району Дніпропетровської області - капітальний ремонт. Пояснювальна записка. Том 4. 462-08/17-ІГР. 2017. 86 с.

9. Стратегія розвитку Магдалинівської об'єднаної територіальної громади 2020-2027. URL: <https://magd.otg.dp.gov.ua/storage/app/sites/93/uploaded-files/plan-rozvitku-magdaliniivskoi-gromadi-do-2027-roku-vid-07072020.pdf>.

10. Беліков К.М., Юрченко О.І. Рентгенофлуоресцентний аналіз. Навчальний посібник. Харків 2012. 52 с. URL: <http://chemistry.univer.kharkov.ua/files/%20%D0%A0%D0%A4%D0%90.pdf>

11. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Крохін С. В. Практикум з ґрунтознавства. Навчальний посібник. Вінниця. 2008. 448с. URL: https://play.google.com/books/reader?id=zNj1CQAAQBAJ&pg=GBS.PA2&hl=en_US

12. Лялін О. І. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Ґрунтознавство» (для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство). Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2019. 60 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/231744109.pdf>

13. Розчистка річки Чаплинка від 24.10.2018 р. Нормативно-правові акти. Петриківська територіальна громада. URL: <https://bit.ly/3PwE2TF>

14. Відео від 11.04. 2021. Хутірське та Мала Петриківка після розчищення. URL: <https://bit.ly/3FsQbUT>

15. Відео від 26.10.2021. Річка Чаплинка на межі зникнення. Петриківський район після розчищення. URL: <https://bit.ly/3h14zXm>

16. Чушкіна І., Максимова Н., Семеняка І. Вплив днопоглиблювальних робіт на екологічний стан малої річки з урахуванням складу донних відкладень. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. Вип. 40, 2022. С.65-77. URL: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.40.65-77>

17. El-Radaideh N., Al-Taani A. A., Al-Momani T., Tarawneh K., Batayneh A. & Taani A. Evaluating the potential of sediments in Ziqlab Reservoir (northwest Jordan) for soil replacement and amendment. *Lake and Reservoir Management*. 2013.

Vol. 30(1). P. 32-45. URL: <https://doi.org/10.1080/10402381.2013.870263>.

18. Tarnawski, M., Baran, A., Koniarz, T. The effect of bottom sediment supplement on changes of soil properties and on the chemical composition of plants. *Geology, Geophysics, and Environment*. 2015. Vol. 41(3). 285. URL: <https://doi.org/10.7494/geol.2015.413.285>.

19. Kazberuk W., Szulc W. & Rutkowska B. Use Bottom Sediment to Agriculture—Effect on Plant and Heavy Metal Content in Soil. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. 1077pp. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061077>.

20. Ольштинська О. П., Шехунова С. Б., Стадніченко С. М., Огієнко О. С., Пермяков В. В. Літологічна та мікропалеонтологічна характеристика донних відкладів Stella Creek (західний шельф Антарктичного півострова). Український антарктичний журнал. № 2 (19). 2019. С. 13-26. URL: <https://bit.ly/3W5ukK6>

21. Коломойцева К.К., Чушкіна І.В., Максимова Н.М. Відновлення сприятливого гідрологічного стану р. Чаплинка Дніпропетровської області. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: матеріали VII Міжнар. Молод. конгрес, 10-11 лютого 2022р. Львів — Київ: 2022. С. 79.

22. Чушкіна І.В., Максимова Н.М., Петрушина Г.О. Проблемні аспекти днопоглиблювальних робіт на прикладі річки Чаплинка. зб. праць I міжнар. наук.-прак. конф. «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022» Полтава – Львів, Україна, 26 – 27 травня 2022. С. 654-657. URL: <https://bit.ly/3Fqxxxxd>.

23. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. Оцінювання антропогенного впливу на річку прут в околицях міста Яремче за показниками рівня забруднення донних відкладень. Вісник ЛДУБЖД, №23. 2021. С. 5-10. URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/>

24. Клименко М.О., Залеський І.І., Бедункова О.О. Просторовий розподіл якісних характеристик вмісту важких металів у донних відкладах річки Устя. Вісник НУВГП. 2016. № 3(75) С. 71-81. URL:

<http://ep3.nuwm.edu.ua/8755/1/Vs755.pdf.zax.pdf>

25. Jaskuła J, Sojka M, Fiedler M & Wróżyński R. Analysis of Spatial Variability of River Bottom Sediment Pollution with Heavy Metals and Assessment of Potential Ecological Hazard for the Warta River. Poland. *Minerals*. 2021. Vol. 11, № 3. 327pp. URL: <https://doi.org/10.3390/min11030327>.

26. Molinaroli E., Sarretta A., J.A. de Souza Guimarães, Botter M., Cassin D. & Guerzoni S. Relationship of Morpho-Sedimentological Variations to the Fate of Hg- and Zn-Polluted Sediments in the Contaminated Site of Porto Marghera. Lagoon of Venice. Italy. *Journal of Environmental Protection*. 2013. Vol. 4. P. 37-49. URL: <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.44A006>

27. Zhenzhen Yu, Enfeng Liu, Qi Lin, Enlou Zhang, Fen Yang, Chaoyang Wei, Ji Shen. Comprehensive assessment of heavy metal pollution and ecological risk in lake sediment by combining total concentration and chemical partitioning, *Environmental Pollution*. 2021. Vol. 269. P. 116-212. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116212>.

28. Костенко М.М., Мокієнко О.В. Лабораторний практикум із визначення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів: посібник. Інтернет-ресурс Київського університету. 2014 р. 65 с. URL: http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/soils_phys_properties_lab.pdf

29. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення. URL: <https://bit.ly/3FOK8LM>

30. ДБН А.2.2-1-2003. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. URL: <https://doc.ukrsm.com/dbn-a-2-2-1-2003-ovns>

31. А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=40217

32. Ковшове днопоглиблювальне обладнання. URL: <https://bit.ly/3WcMh9B>

33. Андреев В.Г., Гапіч Г.В. Вплив будівництва ставків на екологічну безпеку басейнів малих річок степової зони України (на прикладі Дніпропетровської області). Меліорація і водне господарство. №1. 2020 р. С.158-166. URL: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-228>

34. Закон України. Про охорону праці. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

35. Закон України. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text>

36. Закон України. Про затвердження Правил безпеки праці під час виконання вишукувальних руслених робіт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0066-07#Text>

37. Наказ від 29.01.1998 № 9 Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51200

38. Закон України. Про об'єкти підвищеної небезпеки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>

39. ДСТУ 8773:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78968