

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технології будівництва та захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри цивільної
інженерії, технології будівництва і захисту довкілля
професор _____ Вікторія ВОЛКОВА

« ____ » _____ 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: «Обґрунтування технологічних заходів з розчистки русла
водотоку «Войцехова балка» в межах міста Дніпро»

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,

групи ТЗНС-1-21

спеціальності - 183 «Технології захисту

навколишнього середовища»

Освітньо-професійної програми «Технології захисту

навколишнього середовища»

БІЛИЙ Н.Т. _____

Керівник: ГАПІЧ Г.В. _____

Рецензент _____

Дніпро-2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітня програма 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. Кафедрою цивільної інженерії,
 Технологій будівництва і захисту довкілля

Вікторія ВОЛКОВА
 «___» _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» здобувачу
 вищої освіти

Білому Нікіті Тарасовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технологічних заходів з розчистки русла водотоку «Войцехова балка» в межах міста Дніпро»
 керівник роботи Гапіч Геннадій Васильович доцент
 затверджена наказом по ДДАЕУ від «__» _____ 2025 р. №__.
2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченої роботи: «__» _____ 2025р.
3. Вихідні дані до роботи: матеріали, отримані при проходженні виробничої технологічної практики
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) 1. Огляд літератури. 2. Фізико-географічні умови регіону дослідження. 3. Методи досліджень. 4. Результати досліджень та їх обговорення. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна частина. Висновки. Список використаних джерел.
5. Дата видачі завдання: „___” _____ 2025 р.

Керівник роботи _____

Геннадій ГАПІЧ

Завдання прийняв до виконання _____

Нікіта БІЛИЙ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ	04.05.2025 р.	Виконано
2	ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГІДРОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВОДОТОКУ «ВОЙЦЕХОВА БАЛКА»	07.05.2025р.	Виконано
3	АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ РУСЛА ВОДОТОКУ	12.05.2025 р.	Виконано
4	ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ РОЗЧИСТКИ РУСЛА	19.05.2025	Виконано
5	ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ	25.05.2025 р.	Виконано
6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ РОЗЧИСТКИ	05.06.2025 р.	Виконано
7.	ВИСНОВОК	17.06.2025 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Нікіта БІЛИЙ

(підпис)

Керівник роботи

_____ Геннадій ГАПІЧ

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ	8
1.1 Теоретичні основи розчистки русел водотоків	8
1.2 Аналіз сучасних технологій і методів розчистки.....	9
1.3 Досвід розчистки малих річок в Україні та за кордоном.....	12
1.4 Основні проблеми, що виникають при розчистці малих річок у нашій країні.....	14
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГІДРОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВОДОТОКУ «ВОЙЦЕХОВА БАЛКА».....	16
2.1 Географічне розташування.....	16
2.2 Геологічна та ґрунтова будова району	17
2.3 Кліматичні умови.....	18
2.4 Гідрологічна характеристика русла водотоку.....	19
2.5 Екологічний стан водотоку	21
3. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ РУСЛА ВОДОТОКУ	23
3.1 Виявлені проблеми та негативні процеси	23
3.2 Причини замулення, заростання та підтоплення.....	25
3.3 Наслідки незадовільного стану водотоку для екосистеми та населення.....	27
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ РОЗЧИСТКИ РУСЛА	29
4.1 Вибір методів і технічних засобів для очистки русла водотоку	29
4.2 Розрахунок обсягів земляних і супутніх робіт.....	30
4.3 Етапи проведення робіт з розчищення русла водотоку Войцехової балки	34
4.4 Пропозиції та методи утилізації мулових відкладів, вилучених під час очищення русла Войцехової балки	39
4.5 Які екосистемні сервіси може надавати балка після природоблаштування.....	42
4.6 Заходи екологічної безпеки під час робіт.....	43
4.7 Визначення санітарно-захисних смуг та водоохоронних зон	46
4.8 Заходи по зменшенню забруднення поверхневих вод та підземних вод від населеного пункту.....	48
5. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ	51
5.1 Покращення гідрологічного режиму	51
5.2 Зменшення ризиків підтоплення	51
5.3 Вплив на біорізноманіття та стан довкілля	54
5.4 Соціально-економічні вигоди для громади.....	56
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ РОЗЧИСТКИ	59
6.1 Ідентифікація небезпечних факторів	59

6.2 Заходи безпеки під час виконання робіт	60
6.3 Вимоги до техніки безпеки та екологічної безпеки	62
ВИСНОВОК.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ВСТУП

Розчистка русел малих водотоків у міських межах є важливим заходом для забезпечення належного гідрологічного режиму, запобігання підтопленням та відновлення природного стану водних екосистем. Русло водотоку «Войцехова балка» в межах міста Дніпро зазнає забруднення та замулення, що призводить до порушення його функціонування і негативно впливає на екологічний стан території. Враховуючи зростаюче урбаністичне навантаження, обґрунтування технологічних заходів з розчистки русла є актуальним для покращення водовідведення, збереження біорізноманіття та підвищення безпеки міської інфраструктури.

Метою дослідження є розробка обґрунтованих технологічних заходів з розчистки русла водотоку «Войцехова балка» для відновлення його гідрологічних та екологічних функцій у межах міста Дніпро. Для досягнення цієї мети поставлено завдання:

- проаналізувати сучасний стан русла та його гідрологічні характеристики;
- визначити основні причини замулення та забруднення;
- розробити технологічні рішення щодо розчистки та благоустрою русла;
- оцінити екологічні та технічні аспекти впровадження запропонованих заходів.

Об'єктом дослідження є водотік «Войцехова балка» в межах міста Дніпро, а предметом – технологічні заходи з розчистки його русла, що впливають на гідрологічний режим, екологічний стан та функціонування водотоку.

У роботі використано комплексний підхід, що включає аналіз літературних джерел, польові спостереження, гідрологічні виміри, а також застосування сучасних технологічних методів розчистки русел. Для оцінки

ефективності запропонованих заходів застосовано екологічний та інженерний аналіз, а також моделювання гідродинамічних процесів у водотоку.

Результати дослідження мають практичне значення для органів місцевого самоврядування та екологічних служб міста Дніпро, оскільки запропоновані технологічні заходи сприятимуть покращенню водовідведення, зниженню ризику підтоплень, відновленню природного стану водотоку та підвищенню екологічної безпеки міської території. Впровадження розроблених рекомендацій дозволить ефективно управляти водними ресурсами та зберегти екосистеми в умовах урбанізації.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ

1.1 Теоретичні основи розчистки русел водотоків

Розчистка русел водотоків — це комплекс інженерних та природоохоронних заходів, спрямованих на видалення наносів (грунту, піску, гравію, деревини) та інших перешкод, які знижують пропускну спроможність русла і порушують природний гідрологічний режим². Основна мета таких робіт — відновлення нормального стоку води, запобігання підтопленням, поліпшення екологічного стану водного об'єкта та прилеглих територій.

Теоретичною базою розчистки є розуміння гідроморфологічних процесів у річкових системах, зокрема взаємодії між руслом, заплавою та водно-болотними угіддями. Вільнотекуча річка, яка не має штучних бар'єрів, підтримує природний зв'язок потоку, наносів, поживних речовин та організмів між руслом і заплавою, що є ключовим для збереження біорізноманіття та стабільності екосистеми.

Відновлення русел включає ліквідацію штучних споруд, які порушують гідрологічний, морфологічний та біологічний зв'язок, а також заходи з відновлення природних річкових процесів, таких як меандрування, формування стариць і прибережної рослинності. Ці дії сприяють покращенню гідрологічного режиму, підвищенню пропускну здатності русла, а також зменшенню ризиків повеней.

Методологія розчистки базується на комплексному аналізі стану водотоку, включаючи гідрологічні спостереження, оцінку морфології русла, а також екологічні дослідження. Важливим є застосування природоорієнтованих рішень, які не лише відновлюють функціональність водотоку, але й підтримують екологічну рівновагу та адаптацію до змін клімату.

Таким чином, теоретичні основи розчистки русел водотоків ґрунтуються на принципах відновлення природного гідрологічного режиму, збереження екологічного потенціалу та забезпечення безперервності річкових систем шляхом усунення штучних перешкод і відновлення природних річкових процесів.

1.2 Аналіз сучасних технологій і методів розчистки

Сучасні технології і методи розчистки русла річки спрямовані на відновлення природного гідрологічного режиму, покращення екологічного стану водотоків та забезпечення їхньої пропускної спроможності. Основні підходи включають як механічне очищення, так і комплексне управління водними ресурсами з урахуванням екологічних, соціальних і кліматичних факторів.

Основні методи розчистки русла річки:

Механізоване очищення – включає видалення наносів, мулу, рослинності та сміття за допомогою спеціальної техніки (екскаватори, земснаряди), що дозволяє відновити гідравлічний профіль русла і запобігти заторам. Наприклад, у басейні річки Дністер проводиться розчистка горизонтальних ділянок від намулу та рослинних заростей із вивозом мулу у відвал.

Ліквідація та демонтаж застарілих гідротехнічних споруд – гребель, ставків, які перешкоджають природній течії і погіршують екосистемний стан річок. В Україні в рамках Водної стратегії до 2050 року передбачено поступову ліквідацію таких споруд із метою відновлення проточності малих річок.

Інвентаризація та оцінка гідротехнічних споруд – системний підхід до визначення об'єктів, які потребують ремонту, модернізації або демонтажу з урахуванням ризиків затоплення, посух та впливу на гідроморфологію річки.

Інженерно-біотехнічні методи – поєднання технічних заходів із біологічними, наприклад, укріплення берегів рослинністю, що сприяє стабілізації русла і зменшенню ерозії.

Сучасні технологічні підходи:

Використання механізованих методів із застосуванням сучасної техніки для очищення русел і каналів, що підвищує ефективність і швидкість робіт.

Впровадження комплексного планування і управління басейнами річок із урахуванням кліматичних змін, екологічних цілей і соціально-економічних потреб. Зокрема, розробляються плани управління річковими басейнами, які включають заходи з розчистки, відновлення природних потоків і моніторингу.

Застосування алгоритмів дій для громад щодо звільнення течії від перешкод, що включає ідентифікацію, оцінку та демонтаж гідротехнічних споруд, які втратили функціональність або є шкідливими для екосистеми.

Врахування екологічних аспектів: розчистка проводиться з урахуванням збереження біорізноманіття, недопущення негативного впливу на рибогосподарську діяльність і природні процеси.

Проблеми та виклики:

Зарегульованість річок і неефективне проведення розчистки призводять до утворення застійних зон з низьким вмістом кисню, особливо у літній період, що погіршує екологічний стан водотоків.

Недостатнє фінансування і технічне оснащення для систематичного проведення розчистки.

Необхідність координації між різними рівнями влади і балансоутримувачами гідротехнічних споруд для проведення демонтажу та ремонту.

Таким чином, сучасні технології і методи розчистки русла річки базуються на механізованому очищенні, комплексному управлінні басейнами, поступовій ліквідації застарілих гідроспоруд та інтеграції інженерно-біотехнічних підходів з урахуванням екологічних вимог і кліматичних змін.

Це забезпечує відновлення природної течії, покращення якості води і підтримку біорізноманіття у річкових екосистемах.

Сучасні технології, які використовуються для розчистки русла річки, включають кілька основних підходів і технічних засобів:

Земснаряди — плавучі машини для підводного розроблення і вилучення мулу, гравію та інших наносів із дна водойм. Існують спеціалізовані земснаряди з фрезерним розпушувачем, які ефективно очищують русло малих річок від осаду без використання електроенергії, працюючи на енергії природного потоку води.

Міні-земснаряди — легкі і маневрені пристрої, що дозволяють проводити точкові роботи в важкодоступних місцях без порушення екологічного балансу. Вони застосовуються, наприклад, під час розчистки річки Велика Вись у Кіровоградській області, де після очищення мул рівномірно розподіляється по заболочених ділянках, що сприяє природному відновленню території.

Механічна техніка — екскаватори-драглайни, екскаватори зворотної лопати та інші землерийні машини, які використовуються для видалення мулу, наносів і засмічень з дна річок.

Інноваційні пристрої на основі гідроудару — розроблені пристрої, які використовують енергію потоку води і повітря для підняття і перенесення донних мулових відкладень без застосування електроенергії. Вони забезпечують економічність і екологічність процесу розчистки, особливо у міських умовах.

Берегоукріплення і комплексні інженерні заходи — проєктування і реалізація берегоукріплень для захисту берегів від ерозії і руйнування, що є частиною загального комплексу робіт з розчистки русла.

Залучення спеціально підготовлених водолазів для очищення русел від засмічень, які важко видалити механічними засобами.

Метод гідророзмиву — делікатний спосіб очищення, що дозволяє уникнути надмірного поглиблення дна і збереження природного балансу екосистеми.

Ці технології спрямовані на відновлення природної течії річок, покращення їхньої екологічної ситуації, зниження ризику підтоплень і створення умов для відновлення біорізноманіття. Водночас вони враховують економічну доцільність і мінімальний вплив на навколишнє середовище.

1.3 Досвід розчистки малих річок в Україні та за кордоном

Досвід в Україні:

В Україні малі річки зазнають значного замулення, заростання водно-болотною рослинністю, пересихання, що погіршує їхній екологічний стан і призводить до поступового зникнення. Наприклад, у Східному Поділлі малі річки формують понад 60% місцевого водного потенціалу, але через забруднення, кліматичні зміни і господарське використання їх стан погіршується.

На Черкащині реалізуються програми відновлення малих річок, зокрема річки Тясмин, де очищення суббасейнів і розчистка русел здійснюються за участі місцевої влади, приватних підприємств і громадських організацій. Комплексний підхід і координація дій дозволяють покращити гідрологічний стан річок.

Важливим є впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами, що передбачає розробку планів управління річковими басейнами, включно з малими річками, для досягнення «доброго» екологічного стану. Законодавчі зміни 2016 року відкрили можливості для інтегрованого підходу до управління малими річками в Україні.

Практичні заходи включають очищення русел від замулення, відновлення природних гідрологічних режимів, ліквідацію застарілих гідротехнічних споруд, а також застосування «екологічних» технологій, які мінімізують негативний вплив на екосистему.

Досвід за кордоном:

Європейський досвід, зокрема Водна рамкова директива ЄС, акцентує увагу на комплексному управлінні річковими басейнами, що включає не лише розчистку русел, а й збалансоване водокористування, відновлення природних екосистем і моніторинг якості води. Впровадження таких підходів дозволяє ефективно зберігати і відновлювати малі річки, підтримуючи біорізноманіття і екологічну стабільність.

У країнах ЄС широко застосовують інтегровані плани управління басейнами річок, які включають участь заінтересованих сторін, екологічні стандарти, а також інноваційні технології для зменшення забруднення і відновлення гідрологічних режимів.

Європейський досвід суттєво допомагає Україні у відновленні малої річкової мережі через впровадження комплексних підходів і стандартів, що базуються на принципах Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС) та інших європейських стратегій управління водними ресурсами.

Основні аспекти впливу європейського досвіду:

Басейновий принцип управління водними ресурсами. Відповідно до ВРД ЄС, управління річковими басейнами має бути інтегрованим і здійснюватися в межах природних басейнів, а не адміністративних кордонів. Це дозволяє комплексно враховувати всі фактори, що впливають на стан річок, і координувати дії різних заінтересованих сторін.

Розробка планів управління річковими басейнами з чіткими програмами заходів для досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів. Україна імплементує ці підходи, розробляючи і впроваджуючи такі плани, що сприяє системному відновленню малих річок і їх екосистем.

Участь громадськості та прозорість управління. Європейські стандарти передбачають активну участь місцевих громад, бізнесу і громадських організацій у прийнятті рішень щодо водних ресурсів, що підвищує ефективність і соціальну прийнятність заходів з відновлення річок.

Економічна ефективність та «зелені» інвестиції. Європейський досвід включає залучення фінансових інструментів для сталого розвитку, зокрема «зелених» інвестицій, які спрямовуються на природоохоронні заходи, відновлення екосистем, модернізацію інфраструктури та екологічні технології.

Відповідність міжнародним зобов'язанням і стандартам. Україна, інтегруючись у європейський простір, імплементує директиви ЄС, зокрема з питань управління ризиками повеней (Протипаводкова директива), охорони біорізноманіття (мережа Natura 2000), що сприяє комплексному підходу до відновлення і захисту малих річок.

Реалізація Дунайської стратегії розвитку. Для української частини басейну Дунаю розробляються спеціальні плани, що поєднують екологічний захист, економічний розвиток і соціальний добробут, що також має позитивний вплив на відновлення річкових мереж.

Таким чином, європейський досвід допомагає Україні впроваджувати інтегровані, екологічно орієнтовані та економічно обґрунтовані підходи до відновлення малої річкової мережі, базуючись на міжнародних стандартах, плануванні басейнового рівня, залученні громадськості та фінансових ресурсів для сталого управління водними ресурсами.

1.4 Основні проблеми, що виникають при розчистці малих річок у нашій країні

Основні проблеми, що виникають при розчистці малих річок в Україні, пов'язані із комплексом екологічних, технічних та організаційних чинників:

- Забруднення води. Малі річки часто страждають від скидання неочищених або недостатньо очищених промислових, сільськогосподарських та комунальних стоків, що призводить до погіршення якості води і негативно впливає на флору, фауну та здоров'я населення.

– Недостатність очисних споруд і систем моніторингу. У багатьох регіонах відсутній повний комплекс очисних споруд, а також ефективний моніторинг якості води, що ускладнює контроль і своєчасне реагування на забруднення.

– Зарегульованість річок і наявність застарілих гідротехнічних споруд. Велика кількість штучних споруд, які часто перебувають у критичному стані, порушує природний гідрологічний режим, зменшує водообмін і сприяє обмілінню та заростанню русел.

– Порушення прибережних захисних смуг. Захаращеність, засміченість, надмірна розораність прибережних зон, стихійна вирубка лісів, незаконне будівництво і відсутність контролю за господарською діяльністю в цих зонах погіршують екологічний стан річок.

– Низький рівень екологічної свідомості та відповідальності. Відсутність почуття відповідальності у населення і недостатня увага органів влади до проблем водних ресурсів сприяють безсистемній господарській діяльності і погіршенню стану малих річок.

– Кліматичні зміни і природні чинники. Зміни клімату, посуха, пересихання малих річок посилюють проблему їхнього зникнення і ускладнюють проведення розчистки.

– Відсутність комплексних програм і фінансування. Недостатнє планування, відсутність державних програм відновлення малих річок і брак фінансування ускладнюють системну розчистку і охорону.

Таким чином, розчистка малих річок у нашій країні ускладнюється через забруднення, технічний стан інфраструктури, порушення прибережних зон, низьку екологічну культуру та недостатню організацію і фінансування природоохоронних заходів.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГІДРОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВОДОТОКУ «ВОЙЦЕХОВА БАЛКА»

2.1 Географічне розташування

«Войцехова балка» — це балка (малий річковий потік), яка є лівою притокою річки Мокра Сура і розташована у Дніпровському районі Дніпровської агломерації, Дніпропетровської області України. Вона протікає в глибокій долині, у яку також впадає річка Бельба.

Село Дороге розкинулося на двох берегах Войцехової балки і є південним передмістям міста Дніпро, межуючи з селищами Краснопілля і Мирне, що входять до складу Дніпра. Географічні координати балки приблизно $48^{\circ}22'43''$ пн. ш. $34^{\circ}57'51''$ сх. д..

Таким чином, Войцехова балка знаходиться у південній частині Дніпровського району Дніпра і є частиною місцевої річкової мережі, що впадає у річку Мокра Сура.



Рис. 1.1 – Войцехова балка

2.2 Геологічна та ґрунтова будова району

Геологічна будова: Район Войцехової балки знаходиться в межах Дніпровсько-Донецької западини, де в основі залягають осадові відклади палеогену та неогену — піски, глини, мергелі, іноді з прошарками бурого вугілля. Поверх цих відкладів розташовані четвертинні флювіогляціальні відклади — алювіальні піски, глини, мулові відкладення, що формують сучасне русло балки і прилеглі території.

Ґрунтова будова: На території Войцехової балки поширені алювіальні ґрунти, сформовані на річкових відкладеннях, а також лучно-чорноземні та дерново-підзолисті ґрунти на підвищених ділянках. Ці ґрунти мають середню родючість і характеризуються різним ступенем вологості залежно від близькості до русла та рівня ґрунтових вод.

Основні типи гірських порід, що складають геологічну будову району Войцехової балки, належать переважно до осадових порід. Це обумовлено розташуванням балки в межах Дніпровсько-Донецької западини, де поширені осадові відклади палеогену і неогену, такі як піски, глини, мергелі, а також алювіальні відкладення (піски, глини, мул), які формують сучасне русло балки.

Загалом, геологічна будова району включає:

Осадові породи — уламкові (піски, глини), органігенні (мергелі), хімічні відклади, що формують товщі земної кори в цьому регіоні.

Можливі також прошарки бурого вугілля, що є органігенними гірськими породами, характерними для деяких частин Дніпровсько-Донецької западини.

Магматичні та метаморфічні породи у цьому районі представлені значно менше або залягають глибше, оскільки основна поверхнева геологія формується осадовими процесами.

Таким чином, геологічна і ґрунтова будова району Войцехової балки формує типову для малих річкових долин структуру з переважанням осадових порід і алювіальних ґрунтів, що впливає на гідрологічний режим і екологічний стан русла.

2.3 Кліматичні умови

Кліматичні умови району Войцехової балки, розташованої у місті Дніпро, характеризуються як м'який континентальний клімат із спекотним і сухим літом. Середньорічна температура повітря становить близько $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найнижча середньомісячна температура спостерігається в січні (приблизно $-3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), а найвища — у липні ($+22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Опадів у регіоні випадає близько 400–500 мм на рік, найбільша їх кількість припадає на період із середини жовтня до середини квітня. Літні опади, хоча й рідші, часто мають форму сильних злив із грозами. Зими холодні, із середньою температурою близько $-3\ldots-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, можливі сильні снігопади і морози, іноді до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, хоча такі явища трапляються рідко.

Вологість повітря в середньому становить близько 60–80%, а переважаючі вітри — північно-західного напрямку. Через географічне розташування і міське забруднення в теплий період можливе утворення смогу, який триває приблизно з травня по жовтень.

Таким чином, клімат Войцехової балки є типовим для південно-східної України з чіткою сезонністю, що впливає на гідрологічний режим балки і умови її екосистеми.

М'який континентальний клімат, характерний для району Войцехової балки, впливає на сезонність таким чином:

Чітко виражені сезони з помітними температурними коливаннями — холодна зима і тепле, іноді спекотне літо. Це призводить до сезонних змін гідрологічного режиму балки: взимку зниження водності через замерзання і

меншу кількість опадів у вигляді снігу, а влітку — підвищення водності за рахунок дощів і грозових злив.

Опади переважно випадають у теплий період року, особливо влітку, що сприяє підвищенню рівня води в балці і активізації природних процесів у водній екосистемі.

Зима характеризується холодними температурами і снігопадами, що впливає на формування снігового покриву і поступове живлення водотоку під час весняного танення снігу.

Великі добові і сезонні коливання температури створюють умови для зміни вологості ґрунту і водності, що позначається на рослинності і біорізноманітті в прибережній зоні.

Отже, м'який континентальний клімат формує виразну сезонність із холодною зимою і теплим, вологим літом, що визначає циклічність гідрологічних і екологічних процесів у Войцеховій балці.

2.4 Гідрологічна характеристика русла водотоку

Войцехова балка є типовим малим річковим потоком або балкою, що протікає в межах міста Дніпро, у Дніпровському районі. Русло балки розташоване в глибокій долині, що формує локальний водозбірний басейн.

За гідрологічним режимом балка характеризується сезонністю водотоку, типово для м'якого континентального клімату регіону: підвищений рівень води спостерігається весною під час танення снігу та в періоди літніх дощів, а влітку і восени можливе пересихання або значне зниження водності.

Русло балки має переважно алювіальне походження, сформоване за рахунок наносів пісків, глин і мулів, що регулярно відкладалися під час паводків і повеней.

Через урбанізацію і господарську діяльність у районі спостерігається часткове засмічення і замулення русла, що ускладнює природний водообмін і сприяє заростанню очеретом.

Основним методом підтримки гідрологічного режиму є механічне розчищення русла, а також створення прибережних захисних смуг (лісосмуг) для формування тіньової структури і зменшення заростання.

Вода в балці має підвищену мінералізацію, що впливає на рослинність і гідробіоценози, а також на вибір видів дерев для берегозахисних насаджень (наприклад, верба біла, бузина чорна).

Таким чином, гідрологічна характеристика Войцехової балки відображає типові риси малих урбанізованих водотоків із сезонним режимом, алювіальним руслом, проблемами засмічення і заростання, що потребує регулярного догляду і природоохоронних заходів для підтримання екологічної рівноваги.

Особливості гідрологічного режиму русла Войцехової балки, як типового малого водотоку в умовах м'якого континентального клімату, включають:

Сезонність водного режиму. Внутрішньорічні коливання водності пов'язані з чіткою зміною сезонів: весною спостерігається підвищення рівня води через танення снігу і весняні дощі, у літній період — можливе зниження водності або пересихання русла, восени — повторне підвищення водного рівня за рахунок опадів.

Вплив опадів і температури. Основними факторами формування стоку є кількість і розподіл опадів, температура повітря, випаровування і вологість. Літні зливові дощі можуть викликати короткочасні паводки, а зимові відлиги — тимчасове підвищення рівня води.

Колівання водності різної тривалості. Водний режим характеризується віковими, багаторічними, сезонними і короткочасними коливаннями, які можуть бути як природними (кліматичними), так і антропогенними (регулювання водотоку, зміни русла).

Руслові процеси. Русло балки формується алювіальними відкладеннями, які постійно змінюються під впливом паводків і стоку, що призводить до замулення, заростання та необхідності періодичної розчистки.

Вплив локальних фізико-географічних особливостей. Рельєф, рослинний покрив, тип ґрунтів і будова водозбору значно впливають на формування гідрологічного режиму, іноді переважаючи кліматичні фактори.

Отже, гідрологічний режим Войцехової балки характеризується виразною сезонністю з весняним водопіллям, літнім мінімумом водності, осінніми опадами, а також впливом короткочасних злив і антропогенних змін, що формує складний і мінливий водний режим.

2.5 Екологічний стан водотоку

Екологічний стан водотоку Войцехової балки характеризується як типовий для малих урбанізованих річкових систем із низкою проблем, пов'язаних із антропогенним впливом:

Забруднення. Через близькість до міської забудови і господарської діяльності в балку потрапляють побутові, комунальні та промислові стоки, що призводить до погіршення якості води — підвищення вмісту органічних речовин, важких металів, поживних речовин і патогенів.

Замулення і заростання. Русло балки зазнає значного замулення, що зменшує пропускну здатність, сприяє застою води і створює умови для інтенсивного розвитку водної рослинності, зокрема очерету, що погіршує гідрологічний режим і екологічний стан.

Зміна гідрологічного режиму. Урбанізація території, порушення природного стоку і відсутність ефективних заходів з розчистки призводять до нерегулярності водотоку, що впливає на біорізноманіття і якість середовища існування водних організмів.

Вплив кліматичних факторів. Періоди посух і нерегулярні опади посилюють проблеми з водністю, що ускладнює підтримку сталого екологічного стану.

Низький рівень природоохоронних заходів. Відсутність систематичного моніторингу, недостатнє фінансування і слабка екологічна свідомість мешканців погіршують ситуацію.

Водночас у районі Войцехової балки існують потенційні можливості для поліпшення екологічного стану через впровадження регулярних робіт з розчистки русла, створення прибережних захисних смуг, контролю за джерелами забруднення і екологічного виховання населення.

Отже, екологічний стан Войцехової балки потребує комплексного підходу до відновлення і збереження з урахуванням антропогенних і природних факторів.

3. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ РУСЛА ВОДОТОКУ

3.1 Виявлені проблеми та негативні процеси

Основні виявлені проблеми та негативні процеси водотоку Войцехової балки включають:

Забруднення і погіршення якості води через потрапляння побутових, комунальних та промислових стоків, що призводить до накопичення органічних і хімічних забруднювачів у воді.

Замулення русла — накопичення наносів і мулу, що зменшує пропускну здатність балки, сприяє застою води і створює умови для заростання водною рослинністю.



Рисунок 3.1 – Замулення русла

Заростання очеретом та іншою водною рослинністю, що ускладнює природний водообмін і погіршує гідрологічний режим.

Аварійні ситуації та проблеми з водопостачанням на прилеглих територіях, що фіксуються у звітах місцевої влади (наприклад, припинення водопостачання по вулицях, пов'язаних із районом Войцехової балки).

Порушення прибережної зони — аварійні дерева, необхідність їх видалення та омолодження зелених насаджень, що свідчить про деградацію прибережних екосистем.



Рисунок 3.2 - Порушення прибережної зони

Відсутність систематичного очищення і ремонту інженерних мереж, що призводить до аварійних ситуацій і додаткового забруднення.

Антропогенний вплив — урбанізація, несанкціоновані скиди відходів, порушення природного русла і прибережних смуг.

У водотоку Войцехової балки виявлено зниження швидкості течії. Це пов'язано з накопиченням наносів і мулу, що призводить до замулення русла, а також із заростанням очеретом і іншою водною рослинністю, які ускладнюють природний водообмін і сприяють застою води. Зниження швидкості течії погіршує гідрологічний режим і сприяє подальшій деградації екосистеми балки.

Ці проблеми вимагають комплексного підходу до відновлення гідрологічного і екологічного стану Войцехової балки, включаючи регулярне очищення русла, контроль за джерелами забруднення, ремонт інфраструктури та відновлення прибережної рослинності.

3.2 Причини замулення, заростання та підтоплення

Причини замулення, заростання та підтоплення Войцехової балки включають:

Накопичення наносів і мулу через природні процеси ерозії ґрунтів у водозборі, а також через недостатню пропускну здатність русла, що сприяє осіданню твердих часток у водотоці.

Антропогенний вплив — скидання забруднених стоків, будівельні та господарські роботи без належного контролю, що призводить до додаткового забруднення і зміни русла.

Заростання водною рослинністю (очеретом, водоростями), яке посилюється через застій води і підвищений вміст поживних речовин (евтрофікація), що створює сприятливі умови для інтенсивного росту рослин.

Порушення природного гідрологічного режиму — зміна русла, відсутність регулярного очищення, зменшення швидкості течії, що сприяє застою і підтопленню прилеглих територій.

Кліматичні фактори — нерівномірний розподіл опадів, посухи та інтенсивні зливи, які можуть викликати як підтоплення, так і замулення через змив ґрунтів.

Заростання рослинністю, особливо очеретом та іншими водними та прибережними видами, впливає на підтоплення територій таким чином:

Рослинність у руслі і прибережних зонах затримує рух води, зменшуючи швидкість течії, що сприяє застою води і підвищенню рівня поверхневих вод, особливо під час сильних опадів або паводків.

Заростання спричиняє замулення русел, оскільки рослинні рештки накопичуються і сприяють осіданню наносів, що зменшує пропускну здатність водотоку і підвищує ймовірність виходу води за межі русла — підтоплення прилеглих земель.

Надмірна волога через застій води і підтоплення призводить до погіршення аерації ґрунту, що негативно впливає на рослини, викликає загнивання коренів і зміну рослинного покриву.

Підтоплення через заростання може призводити до трансформації земель, заболочування, деградації рослинного і тваринного світу, а також створює загрозу для інфраструктури і житлових будинків.

Таким чином, заростання рослинністю у водотоках і прибережних зонах є одним із чинників, що посилює підтоплення територій, сприяє зміні гідрологічного режиму і потребує комплексного управління для збереження екологічної рівноваги.

Ці причини взаємопов'язані і призводять до погіршення екологічного стану балки, потребуючи комплексних заходів для їх усунення.

3.3 Наслідки незадовільного стану водотоку для екосистеми та населення

Незадовільний стан водотоку Войцехової балки має серйозні та багатогранні наслідки як для природного середовища, так і для добробуту населення. Зміни у якості води, спричинені забрудненням, замуленням і заростанням русла, призводять до суттєвого зниження біорізноманіття. Водні організми, чутливі до змін хімічного складу води, гинуть або залишають середовище, що спричиняє порушення харчових ланцюгів та екологічної рівноваги. Зниження вмісту розчиненого кисню, ускладнення умов для розмноження гідробіонтів, зменшення простору для існування водної флори й фауни — усе це сприяє деградації водної екосистеми.

З часом процеси самоочищення водотоку слабшають через надмірне замулення і розвиток надлишкової рослинності, що уповільнює течію води та сприяє накопиченню токсичних речовин, органічних залишків і патогенних мікроорганізмів. Припинення вільного водообміну також впливає на стан ґрунтів у прибережній зоні, знижуючи їх родючість та провокуючи розвиток небажаної мікрофлори і шкідників. Особливо небезпечним є виникнення підтоплень на прилеглих територіях, що загрожує руйнуванням інженерної інфраструктури, приватних житлових будівель, а також спричиняє ерозію ґрунтів та втрати врожаїв.

Крім екологічної, ситуація у Войцеховій балці несе й соціальну загрозу. Наявність у воді небезпечних мікроорганізмів, важких металів (зокрема свинцю, кадмію, ртуті, хрому) та отруйних хімічних речовин, створює високі ризики для здоров'я людей. Насамперед, це стосується інфекційних захворювань, як-от дизентерія, гепатит А, холера, а також хронічних патологій внутрішніх органів, неврологічних розладів, онкологічних хвороб. Вплив забрудненої води особливо небезпечний для вразливих категорій населення — дітей, вагітних жінок та людей похилого віку.

Також спостерігається зниження якості життя мешканців навколишніх населених пунктів — зникає можливість рекреаційного використання територій, поширюються неприємні запахи, комахи, виникає епідеміологічна небезпека. Така ситуація впливає не лише на фізичне, а й на психологічне здоров'я людей, адже втрата естетичної привабливості місцевості, що раніше могла використовуватись для відпочинку, створює атмосферу занепаду та безвиході.

В економічному вимірі незадовільний стан водотоку породжує суттєві витрати на ліквідацію наслідків: проведення аварійно-відновлювальних робіт, усунення наслідків підтоплення, очищення територій від мулу та сміття, ремонт зруйнованих об'єктів інфраструктури. До того ж, зниження продуктивності земель у прилеглих зонах зменшує сільськогосподарський потенціал і доходи місцевих мешканців.

Погіршення екологічної ситуації також сприяє деградації прилеглих екосистем. Зменшення живлення підземних вод через порушення гідрологічного режиму призводить до втрати вологи у ґрунтах, зникнення певних видів рослинності та фауни, а також загального виснаження природного ландшафту. Особливу загрозу становить евтрофікація — надмірне збагачення водою біогенними речовинами, що провокує масове цвітіння води, зниження концентрації кисню та масову загибель риб і інших організмів.

Усе це свідчить про те, що Войцехова балка перебуває в критичному екологічному стані, який вимагає системного, багаторівневого підходу до відновлення. Необхідно реалізувати низку комплексних заходів, спрямованих на очищення русла, реконструкцію гідротехнічних споруд, створення буферних зон з прибережною рослинністю, посилення моніторингу якості води, екологічну освіту населення та залучення громади до збереження водних ресурсів. Без цих кроків ситуація матиме тенденцію до подальшого погіршення з незворотними екологічними, соціальними та економічними наслідками.

4. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ РОЗЧИСТКИ РУСЛА

4.1 Вибір методів і технічних засобів для очистки русла водотоку

Для очистки русла водотоку Войцехової балки рекомендується застосовувати комплекс методів і технічних засобів, які враховують специфіку малого урбанізованого водотоку з урахуванням екологічних вимог:

Механічне очищення — видалення наносів, мулу, сміття та заростей за допомогою екскаваторів, земснарядів, грейдерів і спеціалізованої техніки для розчистки русел. Цей метод дозволяє відновити пропускну здатність русла і покращити водний режим.

Біотехнічні заходи — створення прибережних захисних смуг із висадженням водолюбних дерев і кущів (наприклад, верба біла, бузина чорна), що сприяє стабілізації берегів, зменшенню ерозії і природному очищенню води.

Гідротехнічні споруди — встановлення гребель, водозливів, шлюзів для регулювання рівня води і запобігання підтопленням, а також споруд для фільтрації і очищення стоків.

Хімічні та біологічні методи очищення — застосування безпечних для довкілля реагентів і біопрепаратів для розкладання органічних забруднень і зменшення евтрофікації.

Регулярний моніторинг і обслуговування — систематичний контроль якості води, стану русла і прибережних зон із подальшим плануванням заходів з очищення і відновлення.

Залучення громадськості і екологічна освіта — підвищення екологічної свідомості місцевих жителів для запобігання забрудненню і підтримки чистоти водотоку.

Застосування цих методів у комплексі забезпечить ефективне очищення русла Войцехової балки, покращить її гідрологічний і екологічний стан, а також сприятиме збереженню біорізноманіття і комфорту для населення.

Найефективнішими технічними засобами для очищення русла Войцехової балки є:

- Екскаватори і земснаряди — для механічного видалення мулу, наносів, сміття та заростей із дна і берегів балки. Вони дозволяють швидко і якісно розчистити русло, відновити його пропускну здатність.
- Грейдери і бульдозери — для формування берегів, усунення деформацій русла і розчищення прибережних зон від заростей і сміття.
- Мобільні дробарки і подрібнювачі рослинності — для ефективного видалення очерету та іншої надмірної водної рослинності, що ускладнює водотік.
- Плавучі скімери і бар'єри — для збору плаваючого сміття і нафтопродуктів, що забруднюють поверхню води.
- Гідротехнічні споруди з автоматичним регулюванням — для контролю рівня води, запобігання підтопленням і підтримки оптимального гідрологічного режиму.
- Використання цих технічних засобів у поєднанні з регулярним обслуговуванням і моніторингом забезпечить ефективне очищення і підтримання екологічного стану Войцехової балки.

4.2 Розрахунок обсягів земляних і супутніх робіт

Розрахунок обсягів земляних і супутніх робіт для очищення русла водотоку, подібного до Войцехової балки, здійснюється на основі проектно-

кошторисної документації з урахуванням конкретних характеристик ділянки. Основні етапи і складові розрахунку включають:

Підготовчі роботи: розчищення берегів від рослинності, зрізування аварійних дерев, кронування, підготовка майданчиків для розміщення мулових відкладів.

Видалення мулових і донних наносів (виїмка ґрунту) за допомогою екскаваторів (наприклад, драглайнів типу Е-304), із подальшим переміщенням і плануванням ґрунту бульдозерами (наприклад, ДЗ-109), з формуванням ухилу в бік річки для забезпечення водовідведення.

Розрівнювання і укріплення берегів посівом багаторічних трав для запобігання ерозії.

Обсяг земляних робіт визначається за обсягом вилучених мулових відкладів, які можуть сягати тисяч кубометрів (наприклад, близько 3 тис. м³ на ділянках довжиною кількесот метрів).

Площа робіт охоплює не лише саме русло, а й прилеглі території для розміщення відкладень і благоустрою (до кількох гектарів).

Всі роботи виконуються механізованим способом з можливим застосуванням ручних доробок.

Розрахунок включає також потребу у технічних засобах, транспортуванні вилучених матеріалів і заходах з екологічного відновлення.

Джерела з практичних прикладів (наприклад, розчищення річки Уж у м. Коростень) підтверджують, що такі розрахунки базуються на детальному обстеженні, проектуванні і врахуванні гідрологічних, геоморфологічних та екологічних особливостей водотоку. Методики розрахунку обсягів земляних робіт регламентуються відповідними нормативними документами.

Отже, для Войцехової балки необхідно провести детальне геодезичне і гідрологічне обстеження, скласти проект із визначенням обсягів мулових відкладів, площ розчищення, а також плану благоустрою, після чого розрахувати обсяги земляних і супутніх робіт із застосуванням механізованої техніки.

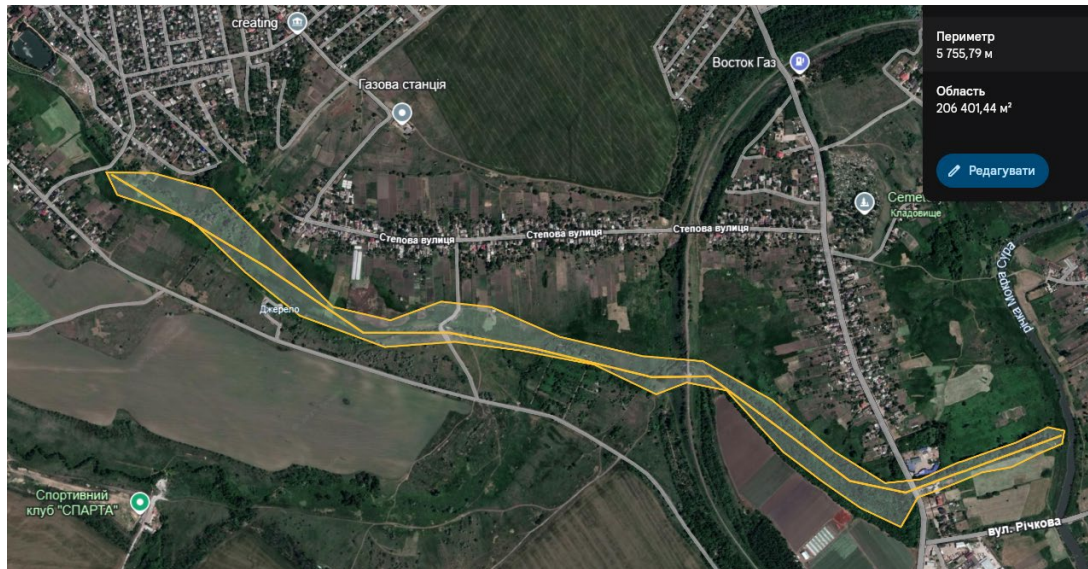


Рис. 4.1 - область водотоку Войцехової балки

Розрахунки:

Вихідні дані:

Довжина балки (L): 2000 м

Середня ширина водотоку (B): 2 м

Середня товщина шару мулових відкладів (h): 0,3 м

Товщина шару ґрунту при очищенні (H): 0,1 м

Вихідні дані

Розрахунок площі розчищення:

Площа розчищення визначається за формулою:

$$S = L \cdot B \quad (4.1)$$

$$S = 2000 \cdot 2 = 4\,000 \text{ м}^2$$

Висновок: площа розчищення становить 4 000 м².

Розрахунок обсягу мулових відкладів:

$$V_{\text{мулу}} = L \cdot B \cdot h \quad (4.2)$$

$$V_{\text{мулу}} = 4\,000 \cdot 2 \cdot 0,3 = 2\,400 \text{ м}^3$$

Висновок: обсяг мулу становить 2 400 м³.

Розрахунок обсягу земляних робіт:

$$V_{\text{земля}} = L \cdot B \cdot H \quad (4.3)$$

$$V_{\text{земля}} = 4\,000 \cdot 2 \cdot 0,1 = 800 \text{ м}^3$$

Висновок: обсяг ґрунтових земляних робіт становить 800 м³.

Табл. 4.1- Загальний обсяг робіт

Вид робіт	Об'єм (м³)
Мулові відклади	2400
Земляні роботи	800
Разом	3200

Підбір техніки та розрахунок часу

Орієнтовна продуктивність екскаватора: 150 м³/год. Ємність самоскида: 10 м³.

Час виконання:

Мул: $2\,400 / 150 = 16$ год

Земля: $800 / 150 \approx 5,3$ год

Разом: $\approx 21,3$ годин роботи екскаватора

Транспорт:

Мул: $2\,400 / 10 = 240$ рейсів

Земля: $800 / 10 = 80$ рейсів

Разом: 320 рейсів самоскиду

Заходи з благоустрою:

Укріплення берегів (геотекстиль, габіони або бетонні елементи)

Озеленення (трави, чагарники)

Улаштування водовідвідних каналів або лотків

Орієнтовний розрахунок вартості робіт:

Вихідні орієнтовні ціни (середні по регіону)

Вивезення та утилізація 1 м³ мулу: 150 грн/м³

Земляні роботи (розчищення, планування): 120 грн/м³

Транспортні послуги (1 рейс самоскида): 500 грн

Благоустрій (укріплення, озеленення): 100 грн/м²

Вартість за видами:

Мул: $2\,400 \times 150 = 360\,000$ грн

Земля: $800 \times 120 = 97\,000$ грн

Транспорт: $320 \times 500 = 160\,000$ грн

Благоустрій: $4\,000 \text{ м}^2 \times 100 = 400\,000$ грн

Загальна орієнтовна вартість:

$$360\,000 + 97\,000 + 160\,000 + 40\,000 = 1\,017\,000 \text{ грн}$$

Для очищення Войцехової балки довжиною 2 км і шириною 1 м передбачається вилучити близько 2 400 м³ мулу та провести 800 м³ земляних робіт. Роботи можна виконати протягом 1 зміни з використанням механізованої техніки. Орієнтовна вартість робіт становить 1 017 000 грн. Після очищення рекомендовано провести благоустрій берегів і забезпечити стабілізацію потоку.

4.3 Етапи проведення робіт з розчищення русла водотоку Войцехової балки

Роботи з очищення водотоку Войцехової балки передбачають чітку послідовність дій, які охоплюють підготовку, безпосереднє механічне втручання, екологічне відновлення та благоустрій території. Всі етапи організовуються з урахуванням технічних, гідрологічних та екологічних умов ділянки.

На початковому етапі здійснюється обстеження території водотоку. Збираються дані про глибину і протяжність замулення, стан берегів, характер донних відкладів, тип рослинності. Визначаються ділянки, що потребують найбільшого втручання. Одночасно розчищуються під'їзди до об'єкта,

звільняються береги від сухостою, кущів, самосійної рослинності, що може перешкоджати проведенню робіт.

Далі виконуються механічні роботи, основна мета яких — відновити прохідність русла, забезпечити нормальний стік води, уникнути підтоплення. Зазвичай використовується екскаватор із довгим ковшем (наприклад, CAT 320 або JCB JS220 LC), який працює з берега. Він видаляє мул, сміття, наносний ґрунт, які потім відвантажуються у кузови самоскидів. Частину матеріалу відводять на тимчасові відвали, частину — транспортують на постійні площадки для утилізації або рекультивації. Після очищення проводиться формування русла відповідно до проєктного профілю, щоб забезпечити оптимальний нахил і стабільність потоку.

Важливим етапом є укріплення берегів та дна. Тут можливе використання георешіток, кам'яного накиду або посадка спеціальної водолюбної та дерноутворюючої рослинності. Це запобігає ерозії, укріплює конструкцію русла і сприяє природному збереженню схилів. У випадку значного навантаження на систему, можуть встановлюватися інженерні споруди, такі як водозливи, перепади, підпірні стінки.

Далі реалізуються біотехнічні заходи, спрямовані на покращення екологічного стану. Це включає висадження прибережної рослинності (очерету, рогузу, лепехи), яка бере участь у фільтрації забруднень і стабілізації мікроклімату водотоку. Також можливе застосування біопрепаратів (наприклад, на основі активних мікроорганізмів), які прискорюють розклад органічних залишків і покращують якість води.

Після завершення основного обсягу робіт проводиться оцінка їх якості, звірення із проєктною документацією та організація постійного моніторингу стану водотоку. Контроль включає заміри глибини, ширини, швидкості течії, хімічного складу води, наявності біоти, стану берегової зони тощо.

Завершальним етапом стає благоустрій території: прибираються залишки будматеріалів, ліквідуються тимчасові під'їзди, відновлюється трав'яний покрив, за потреби встановлюються лавки, огорожі, інформаційні

стенди, особливо якщо ділянка має рекреаційне або природоохоронне значення.

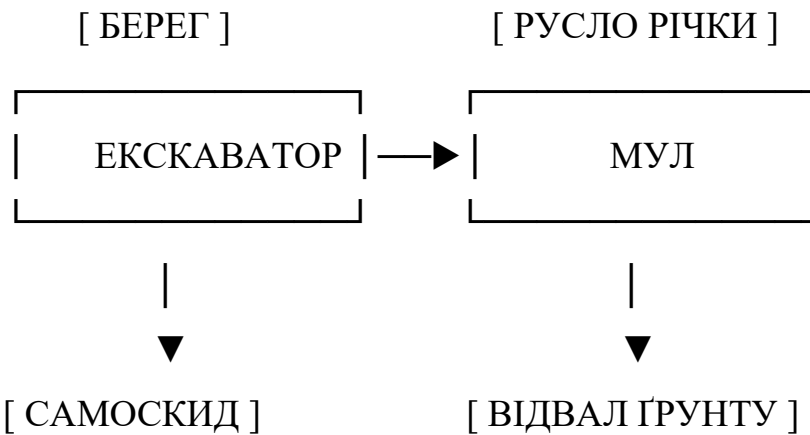


Рисунок 4.2 - Розчистка русла за допомогою екскаватора

Цей метод найбільш ефективний для малих та середніх водотоків, де є вільний доступ до русла з берега. Робота організовується таким чином:

- Обстеження ділянки: визначається глибина замулення, тип донних відкладів, проводиться розчищення під'їздів.
- Розчищення русла: екскаватор з довгим ковшем очищає дно річки, відкидає мул у відвал на березі або одразу завантажує у самоскид.
- Вивезення: самоскиди транспортують відкладення до місць складування або рекультивації.
- Оформлення берегів: укоси вирівнюються, зміцнюються камінням, геотекстилем або рослинністю.



Рисунок 4.3 - Технологічна схема з використанням землеснаряда (днопоглиблювальні роботи)

Ця технологія використовується для очищення середніх та великих річок або водойм, де техніка не може працювати з берега. Землеснаряди типу НСС-650 або УГС-500 відкачують мул разом із водою — пульпу — через шланги на спеціальні карти намулу.

Підготовка: здійснюються геодезичні вимірювання, розміщуються буї та навігаційні орієнтири.

Днопоглиблення: насосна установка висмоктує донні відклади, які транспортуються по трубопроводу.

Складування: пульпа надходить на мулову карту — рівну ділянку, де вода стікає, а осад висихає.

Обробка: після відстою мул може бути рекультивований, використаний у будівництві або утилізований.

Таблиця 4.2. Типи, моделі та характеристики екскаваторів

№	Модель	Тип	Робоча вага, т	Довжина стріли, м	Об'єм ковша, м³	Глибина копання, м	Особливості
1	JCB JS220 LC	Гусеничний	22	до 15	0.8 – 1.2	9.8	Надійний, підходить для берегових робіт

Продовження таблиці 4.2

2	CAT 320 EL Long Reach	Гусеничний	22	15 – 18	0.6 – 1.0	11.0	Довга стріла, ефективний на березу
3	Doosan DX225LCA	Гусеничний	21.5	до 15	1.0	9.5	Потужний екскаватор з широким ковшем
4	Hitachi ZX240LC	Гусеничний	24	до 16	1.2	10.5	Хороший баланс продуктивності та маневреності
5	ЕО-3323 (старий тип)	Колісний	17	до 10	0.5	6.0	Доступний, підходить для дрібних річок

Таблиця 4.3. Типи землеснарядів та їх характеристика (днопоглиблювальна техніка)

№	Модел	Тип землеснаряду	Продуктивність, м³/год	Глибина розробки, м	Дальність транспортування, м	Діаметр трубопроводу, мм	Призначення
1	УГС-500	Гідромеханічний	250 – 500	до 6.0	500 – 1000	300 – 400	Для річок середньої ширини
2	НСС-650	Різцевий	500 – 800	до 8.0	до 1200	400	Середні та великі річки
3	ЗС-400	Шнековий	200 – 400	до 5.5	до 600	250	Невеликі глибини та канали
4	Piranha Mini Dredge	Портативний	50 – 150	до 4.0	до 300	150	Ставки, малі річки
5	ІПН-2.5	Ілонасосний	100 – 250	до 5.0	до 700	250	Для мулистих відкладень

Таблиця 4.4. Види допоміжної техніки

№	Назва	Призначення
1	Самоскиди (КамАЗ, МАЗ)	Вивіз вилученого ґрунту
2	Трактори з причепами	Перевезення матеріалу з відвалу
3	Бульдозер (Т-170, Б-10)	Формування карт мулонакопичення
4	Насосні станції	Підкачка пульпи на велику відстань
5	Геодезичне обладнання	Обстеження рельєфу дна

Для очищення русла водотоку «Войцехова балка» доцільно використовувати механізовану техніку, адаптовану до умов урбанізованої місцевості та екологічних обмежень. Найефективнішими виявилися екскаватори з довгим ковшем (наприклад, CAT 320 або JCB JS220 LC), які працюють з берега, не заїжджаючи у русло, що мінімізує втручання у водну екосистему. Також варто застосовувати земснаряди та мобільні установки для видалення мулу і наносів, особливо на глибших чи важкодоступних ділянках.

Для стабілізації берегів — георешітки або насадження з верби білої чи бузини чорної. Враховуючи наявність великої кількості органічних залишків і евтрофікацію, ефективним доповненням до механічної очистки є використання біопрепаратів на основі активних мікроорганізмів, які допомагають розкласти органічні речовини і покращують якість води.

Комплексне застосування цієї техніки дозволяє не лише оперативно відновити пропускну здатність русла, а й знизити ризик підтоплень, стабілізувати екосистему та забезпечити довготривалий ефект природного самоочищення водотоку.

4.4 Пропозиції та методи утилізації мулових відкладів, вилучених під час очищення русла Войцехової балки

У процесі розчищення русел малих водотоків, таких як Войцехова балка, утворюється значна кількість мулових та наносних відкладів. Їх подальша утилізація має здійснюватися з дотриманням екологічних вимог та практичних підходів, апробованих у подібних гідротехнічних проєктах. Правильна організація цього етапу запобігає вторинному забрудненню довкілля та дозволяє раціонально використовувати ресурсний потенціал відходів.

Одним із найбільш прийнятних методів є розрівнювання і планування мулу на прилеглих територіях. Як приклад, аналогічний підхід

використовувався під час розчищення русла річки Уж у м. Коростень, де мул рівномірно розподілявся шаром 0,15–0,2 м уздовж берегів. Поверхня після цього вирівнюється з ухилом у бік водотоку, що сприяє природному стіканню води, зменшує ризики застою та утворення заболочених зон.

На таких розрівняних ділянках доцільно здійснити посів багаторічних трав або висадження дерноутворювальної рослинності. Це сприяє стабілізації ґрунту, запобігає вітровій ерозії та пилінню, а також поступово відновлює природний ландшафт, повертаючи території до екологічної рівноваги.

Окремо слід поводитися з рослинними рештками та порубочними залишками, що утворюються під час розчищення берегів. Їх слід збирати та утилізувати окремо — шляхом компостування або використання як біопаливо. Це зменшує обсяги відходів і дозволяє отримати додаткові ресурси.

У разі виявлення забруднення мулу нафтопродуктами, важкими металами або іншими токсичними речовинами, необхідна рекультивація ділянок із забрудненим ґрунтом. У таких випадках верхній шар вилучається і передається на утилізацію або знезаражується за допомогою біологічних методів, зокрема біоремедіації — застосування спеціально підібраних мікроорганізмів, здатних розкласти органічні токсиканти.

Біологічне очищення мулу, зокрема методом аеробної або анаеробної ферментації, також набуває все більшого поширення. У ході таких процесів мікроорганізми розкладають органічну фракцію мулу, знижуючи його токсичність і сприяючи стабілізації осадів. Це полегшує подальше використання або захоронення відходів.

У разі коли склад мулу не дозволяє його безпечне використання на місці, передбачене транспортування мулу на спеціалізовані полігони або мулові карти. Там осади проходять додаткове зневоднення, а далі — утилізуються відповідно до екологічних вимог, із контролем за фільтратом та атмосферними викидами.

Варто також розглядати використання мулу як вторинної сировини, зокрема:

- для виробництва біогазу шляхом анаеробного зброджування органічної частини;
- як компонент для органічних добрив після стабілізації та знезараження;
- як сировину для ґрунтових субстратів, що використовуються при рекультивації порушених земель.

Важливі аспекти організації скидання та утилізації мулових відкладів:

- Вибір території скидання повинен проводитися з урахуванням геологічних, гідрогеологічних умов та віддаленості від джерел водопостачання, житлових масивів, природоохоронних об'єктів.
- Поверхня місця складування повинна бути ущільненою, можливе облаштування водонепроникного шару (наприклад, з геомембрани).
- Весь процес має супроводжуватися екологічним моніторингом, включаючи аналіз вилученого мулу (на вміст важких металів, токсичних сполук, патогенних мікроорганізмів), стану підземних і поверхневих вод біля місця утилізації.

Таким чином, найбільш доцільною стратегією для Войцехової балки є комплексний підхід до поводження з муловими відходами — включаючи локальне розрівнювання, застосування біометодів очищення, рекультивацію та, за необхідності, транспортування на полігони. Такий підхід забезпечує мінімізацію екологічних ризиків, ефективне відновлення природного середовища і сталий підхід до управління відходами гідротехнічних робіт.



Рис. 4.3- Розрівнювання і планування на прилеглих ділянках

4.5 Які екосистемні сервіси може надавати балка після природоблаштування

Після проведення природоблаштування Войцехова балка може виконувати важливу екологічну та соціально-економічну роль, забезпечуючи широкий спектр екосистемних послуг. Одна з ключових функцій полягає в очищенні води. Завдяки природному рослинному покриву та структурі ґрунтів поліпшується фільтрація поверхневого стоку, затримуються забруднюючі речовини та сприяється проникненню води вглиб ґрунту. Це значно покращує якість води у самому водотоці, а також у навколишніх водоймах.

Важливою є також регуляція водного балансу та попередження підтоплень. Рослинність і наявність водно-болотних угідь знижують швидкість стоку дощових та талі вод, тим самим зменшуючи ризики паводків і підтримуючи стабільний рівень вологості ґрунтів. Завдяки розвиненій кореневій системі рослин укріплюється берегова зона, що значно зменшує прояви ерозії, запобігає руйнуванню берегів і зберігає стабільність русла водотоку.

Окрім цього, відновлення балки створює умови для збереження і збільшення біорізноманіття. Відновлені природні умови стають середовищем

існування для різних видів рослин і тварин, що сприяє підтриманню локальної екологічної рівноваги. Це має велике значення для збереження флори та фауни, особливо в умовах антропогенного тиску на навколишнє середовище.

Войцехова балка після природооблаштування може виконувати також культурно-рекреаційні функції. Вона здатна стати місцем для прогулянок, відпочинку, екологічної освіти населення, підвищення екологічної свідомості мешканців громади, що позитивно впливає на соціальну згуртованість і загальну якість життя.

Значну роль відіграє і вплив природної території на мікроклімат. Рослинність знижує температуру повітря в літній період, сприяє збереженню вологи в ґрунті, зменшує випаровування, а також бере участь у зв'язуванні вуглекислого газу. Таким чином, покращується якість повітря та зменшується вплив парникового ефекту, що є важливим внеском у боротьбу зі зміною клімату.

Отже, природооблаштована Войцехова балка здатна стати цінним елементом регіональної екологічної мережі. Вона забезпечуватиме низку екосистемних функцій, що не лише покращують екологічний стан території, а й сприяють сталому розвитку громади, підвищуючи добробут населення та зберігаючи природні ресурси для майбутніх поколінь.

4.6 Заходи екологічної безпеки під час робіт

Під час проведення робіт з очищення русла Войцехової балки важливо забезпечити дотримання комплексу заходів екологічної безпеки, спрямованих на мінімізацію негативного впливу на природне середовище та підтримання стійкості місцевих екосистем. Основним кроком перед початком робіт є попереднє екологічне обстеження території. Необхідно оцінити стан водотоку, прибережної зони, флори і фауни, зокрема водних організмів, таких як фітопланктон, бентосні види, риби та земноводні. Це дозволяє

визначити найбільш вразливі компоненти екосистеми й адаптувати план робіт відповідно до їх потреб.

Важливо враховувати сезонні біологічні цикли, тому розчищення слід проводити у строки, що не збігаються з періодами нересту риби, розмноження водних та прибережних організмів. Зазвичай, для більшості водних об'єктів це весняно-літній період, тому основні інженерні втручання варто здійснювати восени або на початку зими, коли біоактивність знижується. Завдяки цьому вплив на екосистему буде разовим, а процес її відновлення після завершення робіт зазвичай триває 1–2 роки, за умови дотримання відповідних екологічних умов.

Окрему увагу потрібно приділяти збереженню прибережної рослинності. Видалення зелених насаджень повинно бути обмежене лише тими деревами і кущами, які становлять небезпеку або суттєво перешкоджають нормальному функціонуванню водотоку. Після завершення очищення доцільно провести омолодження рослинного покриву або висадку нових дерев і кущів, притаманних місцевому середовищу. Це дозволяє зберегти природну структуру біоценозу, укріпити береги та запобігти подальшій ерозії.

Після вилучення мулових відкладів необхідно забезпечити їх екологічно безпечне розміщення. Найдоцільніше здійснювати розрівнювання вийнятого ґрунту тонким шаром на прилеглих ділянках з подальшим посівом багаторічних трав, що сприяє стабілізації ґрунту, запобігає його рознесенню вітром, утворенню пилу, а також відновлює природний ландшафт. Якщо виявлено ознаки забруднення мулу токсичними речовинами, слід вжити додаткових заходів: утилізація на спеціалізованих полігонах або застосування біоремедіації — очищення за допомогою мікроорганізмів.

До складу обов'язкових заходів також належить забезпечення вільного проходження паводків і льодоходів, що передбачає очищення водопропускних споруд, мостів, дренажних каналів і всього русла балки. Це

зменшує ризик підтоплення, пошкодження інфраструктури та зниження родючості прилеглих ґрунтів.

Під час проведення робіт слід використовувати техніку, що відповідає сучасним екологічним вимогам. Машини і механізми мають бути справними, з мінімальним рівнем викидів у повітря та воду, а самі методи очищення — щадними до донного шару і прибережної зони. Важливо уникати зайвого замулення, забруднення води нафтопродуктами, зваженими частками або іншими хімічними речовинами.

На всіх етапах — від підготовки до завершення робіт — необхідно проводити моніторинг якості води, ґрунтів і біоти. Це дозволяє оперативно реагувати на можливі негативні наслідки і коригувати дії виконавців у разі виявлення відхилень. Результати моніторингу також слугують основою для екологічної оцінки ефективності реалізованих заходів.

Окрім технічних і біоінженерних рішень, важливою складовою екологічної безпеки є дотримання законодавства. Виконання вимог чинних нормативних актів щодо охорони водних ресурсів, захисту прибережних захисних смуг, поводження з відходами і зеленими насадженнями — обов'язкове для всіх виконавців робіт. Порушення цих норм не лише шкодить довкіллю, а й може спричинити адміністративну або кримінальну відповідальність.

Залучення місцевої громади до процесів планування, моніторингу і подальшого догляду за водотоком сприяє формуванню відповідального ставлення до довкілля. Інформаційні кампанії, участь мешканців у прибиранні територій, висадці дерев, екомоніторингу — усе це створює умови для довготривалого збереження екологічного балансу Войцехової балки.

Таким чином, комплекс заходів екологічної безпеки при очищенні балки дозволяє не лише мінімізувати екологічні ризики, а й сприяє відновленню природних функцій водотоку, підвищенню рівня безпеки для

навколишнього середовища та покращенню якості життя місцевого населення.

4.7 Визначення санітарно-захисних смуг та водоохоронних зон

Санітарно-захисні смуги і зони відіграють важливу роль у системі екологічної безпеки та раціонального природокористування, оскільки створюються для мінімізації негативного впливу антропогенних джерел забруднення на навколишнє середовище та здоров'я населення. Вони є формою просторового регулювання, що дозволяє створити буфер між небезпечними об'єктами і зонами проживання, рекреації або ведення сільського господарства.

Санітарно-захисні зони (СЗЗ) формуються навколо промислових підприємств, очисних споруд, складів хімічних речовин, сміттєзвалищ та інших об'єктів, які генерують шкідливі викиди, запахи, шум, вібрацію або інші види фізичного і хімічного впливу. Основна мета створення таких зон — забезпечити безпечну відстань між джерелом потенційного забруднення і житловою забудовою або місцями тривалого перебування людей. СЗЗ дозволяє знизити концентрацію шкідливих речовин до нормативно допустимого рівня ще до досягнення межі зоною проживання. Межі таких зон визначаються відповідно до чинних санітарних норм і правил, за результатами розрахунків розсіювання забруднюючих речовин та з урахуванням потужності підприємства, типу виробництва і кліматичних умов. Проектні рішення щодо встановлення таких зон затверджуються органами виконавчої влади і органами місцевого самоврядування, а відповідні відомості вносяться до Державного земельного кадастру як обмеження у використанні земель.

Поряд з цим, особливе значення мають водоохоронні зони, що створюються з метою охорони водних ресурсів від забруднення, засмічення, виснаження та руйнування. До складу таких зон входять прибережні захисні

смуги — спеціально відведені ділянки землі вздовж берегів річок, озер, водосховищ та інших водойм. Їхнє призначення полягає у збереженні природного гідрологічного режиму, попередженні ерозійних процесів, затриманні забруднювальних речовин, які можуть потрапити у водойми з поверхневим стоком, а також у створенні умов для підтримки біорізноманіття прибережних екосистем.

Водний кодекс України регламентує розміри прибережних захисних смуг залежно від типу і розміру водойми. Для малих річок, струмків, потічків, а також ставків площею менше 3 гектарів встановлюється ширина смуги не менше 25 метрів. Для середніх водних об'єктів ця відстань становить 50 метрів, а для великих річок, водосховищ та озер — не менше 100 метрів. Особливі вимоги висуваються у випадку крутих берегів, де кут нахилу перевищує 3 градуси — тоді передбачено збільшення ширини захисної смуги вдвічі для ефективного запобігання зсувам і обвалам. Вздовж морських узбереж, заток і лиманів водоохоронна зона має сягати щонайменше 2 кілометрів.

У межах прибережних захисних смуг встановлюється суворий режим господарської діяльності. Забороняється розміщення звалищ, скидання стічних вод, добування піску або гравію, вирубування лісів, зведення капітальних споруд без спеціального погодження. Обмежується використання хімікатів, добрив, а також ведення інтенсивного сільського господарства. Такі обмеження є необхідними для підтримання водної чистоти, захисту від евтрофікації водойм та збереження природної флори і фауни.

Межі санітарно-захисних зон та прибережних захисних смуг визначаються в рамках проектів землеустрою, затверджуються у складі містобудівної документації та мають бути закріплені на місцевості за допомогою відповідних знаків або інформативних щитів. Дані про межі вносяться до Державного земельного кадастру, що дозволяє юридично

закріпити обмеження у використанні земель і забезпечити контроль з боку держави.

З огляду на вищезазначене, санітарно-захисні зони та прибережні захисні смуги є важливими інструментами екологічного регулювання. Вони забезпечують збереження здоров'я населення, стабільність природних екосистем, запобігання деградації ґрунтів, водної ерозії, а також підвищують адаптаційні можливості територій до змін клімату та інших екологічних ризиків. У сучасних умовах необхідно забезпечити суворе дотримання режимів використання таких зон, проводити просвітницьку роботу серед громадськості та інтегрувати ці елементи у стратегії сталого розвитку територіальних громад.

4.8 Заходи по зменшенню забруднення поверхневих вод та підземних вод від населеного пункту

Для зменшення забруднення поверхневих і підземних вод від населеного пункту необхідно впроваджувати комплексні заходи, що поєднують технічні рішення, організаційні механізми управління та природоохоронні підходи. Забезпечення ефективного водоохоронного режиму має ґрунтуватися на системному плануванні просторового розвитку територій, дотриманні санітарно-гігієнічних вимог та використанні сучасних технологій очищення.

Одним із ключових принципів є правильне розміщення випусків стічних вод. Вони повинні бути розташовані нижче за течією від населених пунктів, на достатній відстані, яка виключає вплив згінно-нагінних явищ, підняття рівня ґрунтових вод і зворотне проникнення забруднювачів у джерела водопостачання. Важливо, щоб усі стоки проходили ефективне очищення до нормативних показників згідно з Державними санітарними правилами та водним законодавством перед скиданням у водні об'єкти. Застосування сучасних біологічних, фізико-хімічних або комбінованих

методів очищення є обов'язковим для зменшення навантаження на природні водойми.

Особливе значення має дотримання водоохоронного режиму в межах водоохоронних зон і прибережних захисних смуг. Ці території мають бути чітко визначеними, внесеними до кадастрової документації та позначеними на місцевості. В межах таких смуг слід обмежити господарську діяльність, зокрема заборонити будівництво, зберігання пального і добрив, інтенсивне сільськогосподарське використання, випас худоби тощо, які можуть стати джерелами забруднення.

Для запобігання потраплянню забруднюючих речовин у водні ресурси необхідно контролювати дощові та побутові каналізаційні мережі, унеможливаючи потрапляння через них сміття, змивів з вулиць, продуктів ерозії ґрунтів і відходів виробництва. Необхідно впроваджувати фільтраційні системи, уловлювачі твердих частинок та сітки на входах у дощову каналізацію, а також регулярно очищення зливової інфраструктури.

Важливим напрямом роботи є організація ефективного моніторингу якості вод. Для цього слід створити мережу спостережних свердловин та постійних пунктів контролю, які дозволять виявляти динаміку забруднень, простежувати шляхи міграції забруднюючих речовин у підземних горизонтах і оперативно реагувати на зміни гідрохімічних показників.

Необхідно приділяти увагу заходам з ренатуралізації — відновленню природного середовища навколо водойм. Рекультивація порушених земель, створення буферних лісових або чагарникових насаджень, залуження берегів сприяють зниженню поверхневого стоку, затримці забруднюючих речовин і покращенню мікроклімату територій. Такі заходи мають довгостроковий ефект, оскільки дозволяють частково відновити природні фільтраційні механізми, характерні для незміненої екосистеми.

Окрему увагу слід приділяти санітарному стану території населеного пункту. Належне поводження з побутовими, будівельними, сільськогосподарськими та промисловими відходами має стати пріоритетом

місцевої влади. Забруднення ґрунтів через несанкціоноване складування або злив хімічних речовин призводить до вторинного забруднення водоносних горизонтів, що становить реальну загрозу для здоров'я населення.

Додатково необхідно здійснювати інспекційний контроль за станом каналізаційних мереж, фільтруючих накопичувачів, відстійників та інших споруд, які потенційно можуть стати джерелами витоків. Профілактика проривів, корозії, переповнення резервуарів і подальша ліквідація аварій мають бути закладені у план заходів з охорони вод.

Важливо, щоб усі дії відбувалися відповідно до чинного природоохоронного законодавства, зокрема положень Водного кодексу України, Закону «Про охорону навколишнього природного середовища», Правил охорони поверхневих вод, а також нормативних актів, що регламентують технічні умови скидання стічних вод.

Таким чином, лише цілісна екологічна політика, яка об'єднує інженерно-технічні рішення, правове регулювання, екосистемний підхід та активну участь громадськості, дозволить ефективно зменшити забруднення вод від населених пунктів, зберегти ресурси для майбутніх поколінь і забезпечити належну якість життя.

5. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ЕФЕКТУ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ

5.1 Покращення гідрологічного режиму

Покращення гідрологічного режиму водотоку Войцехової балки передбачає комплекс заходів, спрямованих на відновлення природного стоку, підвищення пропускної здатності русла і стабілізацію водного балансу. Основні заходи включають:

- Розчищення русла від мулу, наносів і заростей, що зменшує перешкоди для течії і підвищує швидкість руху води.
- Відновлення природного профілю русла і берегів, формування оптимального ухилу для забезпечення ефективного водовідведення.
- Укріплення берегів за допомогою біотехнічних методів — висадження водолюбних рослин, що зменшує ерозію і сприяє природному очищенню води.
- Регулювання рівня води за допомогою гідротехнічних споруд, що запобігає підтопленням і забезпечує стабільний водний режим.
- Контроль і зменшення забруднення водотоку, що покращує якість води і сприяє нормальному функціонуванню екосистеми.
- Відновлення прибережних зон і створення захисних смуг, які сприяють фільтрації стоків і підтримці природного водного балансу.

Ці заходи сприяють стабілізації гідрологічних процесів, зниженню ризику підтоплень і покращенню екологічного стану водотоку та прилеглих територій.

5.2 Зменшення ризиків підтоплення

Для зменшення ризиків підтоплення територій, прилеглих до Войцехової балки, застосовується комплекс заходів, що поєднує інженерні,

екологічні, гідротехнічні та цифрові рішення. Це дає змогу не лише усунути вже існуючі загрози, але й створити сталу систему управління водними ресурсами, здатну адаптуватися до змін клімату, інтенсивного господарського освоєння території та урбанізації.

Першочергове значення має очищення і розчищення русла балки. Це включає видалення мулових нашарувань, наносів, чагарникової та деревної рослинності, які знижують пропускну здатність водотоку. Внаслідок надмірного накопичення наносів вода втрачає можливість вільно текти, що призводить до застійних зон, підняття рівня води та виходу її за межі русла. Регулярне очищення забезпечує гідравлічну стабільність водотоку, покращує водообмін і знижує ризик підтоплення при сильних опадах.

Важливим інструментом регулювання гідрологічного режиму є гідротехнічні споруди — зокрема водозливи, шлюзи та регулювальні клапани. Вони дозволяють керувати рівнем води в балці, регулювати швидкість її стоку та обсяг затримуваної води під час пікових навантажень. Ці споруди виконують роль буферів, які стримують надлишкову воду, зменшуючи тиск на природне русло та прилеглі території. За умови правильної експлуатації гідротехнічна інфраструктура значно підвищує безпеку забудованих і сільськогосподарських зон.

Водночас екологічна складова не менш важлива. Відновлення прибережної рослинності навколо балки відіграє ключову роль у стабілізації берегів, фільтрації поверхневих стоків та зменшенні ерозії ґрунтів. Природні захисні смуги з чагарників, вологолюбних дерев і трав'яного покриву не тільки зменшують поверхневий стік, а й сприяють очищенню води від забруднюючих речовин перед її потраплянням у водотік.

Окрему увагу слід приділити дренажним системам, які відводять надлишкові ґрунтові та дощові води з території житлових кварталів і сільськогосподарських угідь. У районах із високим рівнем ґрунтових вод або на територіях з ущільненою забудовою дренаж є критично важливим для

збереження ґрунтів у сухому стані, запобігання руйнуванню фундаментів будівель і розвитку зсувних процесів.

Ефективне управління водними ризиками неможливе без системного моніторингу. Збір даних про гідрологічний стан балки, зміну рівня води, інтенсивність опадів, температуру і насиченість ґрунтів водою дозволяє своєчасно виявляти загрозу підтоплення. Це забезпечується як традиційними методами вимірювання, так і за допомогою сучасних цифрових технологій.

Одним із інноваційних напрямів є застосування систем на основі Інтернету речей (IoT). У різних точках русла встановлюються датчики, що в режимі реального часу фіксують рівень води, швидкість потоку, вологості ґрунту, температуру та інші параметри. Датчики можуть використовувати ультразвукову або тискову технологію вимірювання. Отримані дані передаються через спеціалізовані мережі (WiFi, LoRa, NB-IoT, 4G-IoT) на хмарні платформи або в єдині системи управління.

Ці платформи використовують потужні аналітичні інструменти — великі дані, алгоритми штучного інтелекту, нейронні мережі — для обробки, аналізу і прогнозування водного стану. Зібрана інформація дозволяє не лише оцінювати поточну ситуацію, але й будувати моделі майбутніх сценаріїв розвитку гідрологічної ситуації, в тому числі на основі погодніх прогнозів. У разі виявлення загрозливих змін, такі системи можуть автоматично або дистанційно активувати гідротехнічні пристрої — відкривати або закривати шлюзи, запускати насоси, перенаправляти потоки.

Крім того, технології IoT забезпечують можливість створення систем раннього попередження, які інформують органи місцевої влади, служби надзвичайних ситуацій та населення про загрозу повеней або підтоплень. Завдяки цьому значно підвищується готовність регіону до надзвичайних подій, скорочуються економічні збитки та знижується ризик для життя і здоров'я людей.

Комплекс вищезгаданих заходів, зокрема очищення русла, інженерне регулювання, відновлення екосистем, дренаж і цифровий моніторинг, вже

застосовуються на території Дніпровського району Дніпропетровської області, де протікає Войцехова балка. Їхнє впровадження дозволяє зменшити вплив екстремальних погодних явищ, адаптувати водну систему до сучасних викликів і зберегти екологічну стабільність прилеглих територій.

5.3 Вплив на біорізноманіття та стан довкілля

Погіршення екологічного стану водотоку, зокрема Войцехової балки, має комплексний негативний вплив на біорізноманіття та довкілля загалом. Унаслідок забруднення води токсичними речовинами, такими як важкі метали, нафтопродукти, агрохімікати та органічні залишки, відбувається масова загибель водних організмів. Це призводить до порушення трофічних (харчових) ланцюгів, у яких кожен вид виконує свою роль. Втрата навіть кількох ключових видів може спричинити каскадні екологічні зміни, що дестабілізують цілу екосистему.

Особливу загрозу становить замулення русла, заростання очеретом і зміна гідрологічного режиму, що спричиняє втрату природних місць існування для багатьох водних і прибережних організмів. Наприклад, амфібії та водоплавні птахи, які залежать від неглибоких ділянок з чистою водою, поступово зникають. Втрачається природне різноманіття рослин, яке є важливим не лише для збереження флори, а й для тварин, що харчуються цими рослинами або використовують їх для укриття й розмноження.

Поширеним наслідком деградації водотоків є евтрофікація — процес надмірного накопичення азоту та фосфору у воді, зазвичай через надходження стічних вод із добривами. Це провокує інтенсивне розмноження водоростей, так зване “цвітіння” води, яке призводить до дефіциту кисню, особливо в нічний час. У результаті виникає масове кисневе голодування, що викликає загибель риб, молюсків та інших водних мешканців.

Антропогенний вплив, пов’язаний із прямим скиданням забруднених стоків із підприємств, сільськогосподарських угідь та житлових масивів,

порушує природну рівновагу. Відбувається поступове накопичення небезпечних речовин у донних відкладах і в живих організмах, включаючи біоаккумуляцію токсикантів у тканинах тварин, що зрештою становить ризик і для людини. Якість води в балці стрімко знижується, що ставить під загрозу безпечне її використання для побутових, господарських і рекреаційних потреб. У людей, які контактують із такою водою, можуть розвиватися дерматологічні, кишкові захворювання, алергії та інші проблеми зі здоров'ям.

Деградація водних екосистем супроводжується зміною ландшафтів. Території, які раніше мали високу природну, естетичну та рекреаційну цінність, стають заболоченими, зарослими, непридатними для відпочинку й господарської діяльності. Це негативно впливає на соціально-економічний потенціал регіону, сприяє відтоку населення, зменшенню привабливості для туризму та інвестування.

У відповідь на ці виклики все більшого значення набуває використання сучасних технологій для охорони довкілля та збереження біорізноманіття. Геоінформаційні системи (ГІС) та супутниковий моніторинг дозволяють здійснювати постійний контроль за станом природних територій. З їх допомогою можна виявляти осередки деградації, оцінювати масштаби змін водного дзеркала, рослинності, ґрунтового покриву, відслідковувати вплив кліматичних факторів на водотік.

Інноваційні агротехнології зменшують тиск на екосистеми завдяки точковому застосуванню пестицидів і добрив, що знижує ризик потрапляння цих речовин у водойми. Впровадження прецизійного землеробства дозволяє зберігати продуктивність ґрунтів без розорювання нових земель, що зменшує фрагментацію природного середовища.

З метою локального збереження природної флори та фауни створюються мікрозаказники — невеликі заповідні ділянки, що зберігають осередки дикої природи навіть у межах сільськогосподарських ландшафтів. Вони виконують роль біологічних “островів”, які підтримують локальні

популяції видів, забезпечують екологічну мережу та сприяють природному відновленню територій.

Сучасні цифрові рішення, зокрема штучний інтелект і системи моніторингу в реальному часі, дозволяють не лише відстежувати поточний стан довкілля, але й прогнозувати екологічні зміни на основі кліматичних сценаріїв. Це дозволяє своєчасно реагувати на загрози та приймати обґрунтовані управлінські рішення на регіональному та місцевому рівнях.

Значущим є також впровадження стратегій сталого управління землями, які забезпечують збереження природного середовища в умовах урбанізації, зміни землекористування та зростання людського навантаження. Такі стратегії сприяють адаптації екосистем до змін клімату та зміцнюють їхню стійкість до зовнішніх впливів.

Отже, проблема погіршення стану Войцехової балки виходить за межі локального рівня — вона є частиною загальноєкологічної ситуації регіону. Тому її вирішення потребує поєднання традиційних природоохоронних заходів із сучасними технологіями, науковими підходами та залученням громадськості. Такий інтегрований підхід дозволить не лише відновити водотік, а й забезпечити довготривале збереження біорізноманіття, стабільність екосистем і екологічну безпеку для населення.

5.4 Соціально-економічні вигоди для громади

Збереження біорізноманіття та покращення стану довкілля має значний позитивний вплив на соціально-економічний розвиток місцевих громад. Це не лише питання екологічної рівноваги, а й стратегічний напрямок забезпечення добробуту населення, підвищення якості життя, економічної стійкості та соціального розвитку.

Одним із ключових наслідків охорони довкілля є підвищення продовольчої безпеки. Природні екосистеми підтримують життєдіяльність численних запилювачів, зокрема диких бджіл, метеликів та інших комах, які забезпечують врожайність багатьох сільськогосподарських культур. Втрата

біорізноманіття веде до скорочення чисельності цих видів, що прямо впливає на обсяги врожаю та, відповідно, на добробут фермерів і забезпечення населення продовольством. Крім того, збереження водних екосистем сприяє відновленню рибних ресурсів у малих водоймах, балках і ставках, що є джерелом білкової їжі для багатьох родин, особливо в сільській місцевості.

Відновлення водно-болотних угідь, річкових долин і лісосмуг знижує ризики підтоплення та ерозії ґрунтів. Природні екосистеми відіграють буферну роль у періоди сильних дощів або паводків, акумулюючи надлишкову воду, уповільнюючи її стік і захищаючи забудовані території. Це дозволяє уникнути значних матеріальних збитків, пов'язаних із пошкодженням інфраструктури, сільськогосподарських угідь та житлових будівель. Таким чином, замість витрат на ліквідацію наслідків стихійних лих громада може спрямовувати ресурси на розвиток.

Поліпшення стану довкілля має прямий вплив на здоров'я населення. Чисте повітря, доступ до безпечної питної води, відсутність промислових та побутових відходів у навколишньому середовищі знижують захворюваність серед мешканців, особливо дітей і людей похилого віку. Це означає менші витрати на медичне обслуговування, вищу продуктивність праці, зменшення втрат робочого часу, а отже – покращення загального економічного становища родин.

Збережені природні території, багаті на біорізноманіття, мають високу рекреаційну привабливість. Туристи, зацікавлені в екологічному туризмі, пішохідних маршрутах, спостереженні за птахами, риболовлі або просто відпочинку на природі, стають джерелом доходів для місцевого бізнесу – готелів, кафе, екскурсійних послуг, ремісничих виробництв. Це створює нові робочі місця, зменшує рівень безробіття та стимулює розвиток мікропідприємництва. Успішні приклади показують, що громади, які зберігають природні ландшафти, здатні перетворити екосистеми на джерело прибутку без їх виснаження.

Збереження довкілля також підвищує інвестиційну привабливість регіону. Екологічно чисті, доглянуті території асоціюються з відповідальним управлінням, що є важливим критерієм для інвесторів, зокрема у сферах сільського господарства, туризму та інноваційних екопроектів. Часто такі громади отримують доступ до міжнародних екологічних грантів і фондів, що дозволяє розвивати інфраструктуру, створювати нові сервіси та підвищувати соціальний капітал.

Сільське господарство, орієнтоване на природоохоронні підходи, як-от органічне землеробство, агролісівництво, збереження ґрунтового покриву та мінімізація використання хімікатів, показує вищу стабільність до змін клімату, посух або надмірної вологи. Такі технології підвищують довготривалу продуктивність земель, дають змогу уникнути деградації ресурсів і забезпечують сільськогосподарським виробникам стійкий дохід, незалежний від короткострокових коливань погодних умов.

Крім того, природні території є частиною культурної ідентичності громади. Вони зберігають народні традиції, пов'язані з використанням природних ресурсів, відтворюють історичну пам'ять і створюють передумови для міжпоколіннєвої спадкоємності. Люди відчують себе частиною спільноти, яка дбає про свою землю, природу та майбутнє. Це зміцнює соціальну згуртованість, стимулює волонтерські ініціативи та залучення молоді до природоохоронної діяльності.

Усі ці чинники свідчать про те, що інвестиції у відновлення природного середовища – це не витрати, а ефективні вкладення в розвиток громади. Вони приносять пряму економічну вигоду, створюють нові можливості для праці та бізнесу, підвищують якість життя та зміцнюють соціальний капітал. Збереження біорізноманіття в умовах змін клімату й зростаючого людського тиску стає стратегічним напрямом сталого розвитку територій.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ РОЗЧИСТКИ

6.1 Ідентифікація небезпечних факторів

Під час виконання різноманітних робіт, зокрема земляних і гідротехнічних, виникає ряд небезпечних факторів, які можуть негативно впливати на безпеку працівників та якість виконання завдань. Одним із ключових ризиків є наявність підземних інженерних комунікацій, таких як газопроводи, кабелі та трубопроводи. Пошкодження цих об'єктів у процесі робіт може призвести до серйозних аварій, включно з витоків газу, короткими замиканнями або порушенням водопостачання, що загрожує життю людей і створює загрозу навколишньому середовищу. Тому дуже важливо заздалегідь ідентифікувати їх розташування та враховувати ці фактори при плануванні і проведенні робіт.

Ще одним значним небезпечним фактором є ризик обвалення ґрунту у виїмках, особливо при виконанні робіт на глибині понад два метри або у зонах із підвищеною вологістю. Мокрий, насичений вологою ґрунт втрачає стабільність, що значно збільшує ймовірність раптових зсувів або обвалів, які можуть призвести до травмування або навіть загибелі робітників. Тому в таких умовах необхідно застосовувати додаткові заходи з укріплення укосів і ретельний контроль стану ґрунту.

Особливо небезпечними можуть бути ділянки з патогенним забрудненням ґрунту, як-от території старих кладовищ, скотомогильників або стихійних звалищ. Роботи на таких місцях потребують підвищеної уваги до санітарних і гігієнічних норм, а також спеціальних заходів безпеки, щоб уникнути заражень або шкідливого впливу на здоров'я працівників.

Іноді в процесі робіт можуть бути виявлені вибухонебезпечні предмети або небезпечні речовини, які залишилися з часів військових конфліктів або в результаті неправомірної утилізації. Виявлення таких об'єктів вимагає

негайного припинення робіт та виклику спеціалізованих служб, які забезпечать безпечне вилучення або знешкодження.

Великий ризик становить рух будівельної техніки і транспортних засобів у зоні робіт. Неправильна організація руху, відсутність чітких сигналів або недостатня увага можуть призвести до травматизму серед робітників. Тому важливо встановлювати чіткі маршрути руху і зони безпеки, а також забезпечувати постійний контроль і координацію роботи техніки і персоналу.

Погодні умови теж можуть суттєво впливати на безпеку робіт. Дощі, сильні вітри або заморозки можуть погіршувати стійкість укосів виїмок, підвищувати ризик обвалів і ускладнювати безпечне виконання завдань. У таких випадках слід коригувати графік робіт, вводити додаткові заходи з укріплення і забезпечувати безпечні умови для працівників.

Крім того, існує загроза попадання в зону робіт сторонніх осіб, які не мають відповідного захисту і не обізнані з правилами безпеки. Це може призвести до нещасних випадків як серед сторонніх, так і серед робітників. Для запобігання цьому територія робіт має бути надійно огорожена, оснащена попереджувальними знаками і сигналізацією, а доступ сторонніх осіб суворо контролюватися.

Загалом, для мінімізації впливу цих небезпечних факторів необхідно застосовувати комплексний підхід до планування, організації і контролю робіт, дотримуватися всіх нормативних вимог та впроваджувати сучасні технології і засоби безпеки, що дозволяють захистити життя і здоров'я працівників, а також уникнути пошкодження інфраструктури.

6.2 Заходи безпеки під час виконання робіт

Виконання робіт підвищеної небезпеки, таких як земляні роботи на глибині понад два метри, роботи в охоронних зонах або поруч із інженерними комунікаціями, потребує обов'язкового отримання відповідних

дозволів. Цей дозвільний процес є необхідним для забезпечення безпеки працівників, уникнення аварійних ситуацій та збереження цілісності інженерних мереж. Перед початком робіт здійснюється ретельна розвідка місця проведення робіт, яка включає в себе використання спеціальних картограм із позначенням підземних комунікацій, а також ручне шурфування або зондування ґрунту. Це дозволяє точно визначити розташування кабелів, трубопроводів і інших інженерних споруд, що мінімізує ризик їх пошкодження.

Для забезпечення безпеки робочої зони територія проведення робіт огорожується, а також встановлюються попереджувальні знаки і сигналізація. Особливу увагу приділяють тим ділянкам, де можуть проходити пішоходи або рухатися транспортні засоби. Це зменшує ймовірність нещасних випадків і дозволяє контролювати доступ до зони робіт. Важливим є організація безпечних проходів і виходів із виїмок — для цього встановлюють трапи або містки, які відповідають нормативним вимогам. Така організація руху забезпечує можливість швидко і безпечно покинути робочу зону у разі небезпеки.

Забороняється одночасне виконання робіт будівельними машинами і перебування працівників у зоні руху цих машин. Такий підхід дозволяє уникнути травматизму, який може виникнути через необережність або нестачу координації. Постійно контролюється стан укосів і кріплень виїмок, особливо після опадів, коли підвищується ризик обвалів. За потреби застосовують додаткові заходи для їх стабілізації, наприклад, встановлення спеціальних опорних конструкцій або зміцнення ґрунту.

У разі виявлення вибухонебезпечних предметів або інших потенційних загроз роботи негайно припиняють, а про небезпечні знахідки повідомляють відповідні служби. Така оперативність є критичною для запобігання серйозним аваріям і травмам. Всі роботи виконуються виключно працівниками, які пройшли медичний огляд і інструктаж з техніки безпеки.

Це гарантує, що персонал володіє необхідними знаннями і фізично готовий до виконання поставлених завдань.

Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, таких як каски, рукавиці, захисне взуття та інші засоби, що забезпечують фізичний захист працівників від механічних, хімічних і інших небезпек на робочому місці. Особлива увага приділяється також забезпеченню якісного освітлення робочої зони в нічний час або за недостатньої видимості, що дозволяє уникнути травм і помилок через погану видимість.

Загалом, дотримання комплексного набору вимог і заходів безпеки при виконанні робіт підвищеної небезпеки є запорукою збереження життя і здоров'я працівників, а також гарантує успішне і безаварійне виконання будівельних і ремонтних робіт у складних умовах.

6.3 Вимоги до техніки безпеки та екологічної безпеки

Для забезпечення безпечного виконання робіт підвищеної небезпеки, таких як земляні або будівельні роботи в зонах із підземними інженерними комунікаціями, необхідно використовувати лише техніку, що має чинні дозволи на виконання таких завдань. Це гарантує, що обладнання відповідає вимогам безпеки та експлуатаційним нормам, а оператори пройшли відповідне навчання і інструктаж.

Одним із важливих обмежень є заборона застосування ударних механізмів у безпосередній близькості від газопроводів, кабелів і інших підземних комунікацій. Це правило вимагає ретельного планування і визначення безпечних зон навколо комунікацій.

При виконанні робіт важливо правильно розміщувати ґрунт, будівельні матеріали та техніку, щоб не створювати додаткових ризиків. Зокрема, всі ці елементи повинні знаходитися поза зоною можливого обвалення виїмок, тобто не ближче ніж півметра від краю виїмки. Це допомагає знизити

навантаження на укоси і запобігти їх руйнуванню, що є особливо актуальним у вологих або нестабільних ґрунтах.

Однією з найважливіших умов безпеки є забезпечення ефективного водовідведення з виїмок, що дозволяє уникнути підтоплень і руйнування укосів. Накопичення води може призвести до розмиву ґрунту і створення аварійних ситуацій, тому слід організувати системи дренажу або тимчасового відведення води з робочої ділянки.

Також необхідно суворо контролювати дотримання норм санітарної охорони, особливо в прибережних захисних смугах і водоохоронних зонах. Ці території є екологічно чутливими, і забруднення їх може мати довготривалі негативні наслідки для водних екосистем і здоров'я населення. Для цього забороняється скидати будь-які відходи або токсичні речовини у водотоки, а також слід забезпечувати регулярний екологічний моніторинг стану водних об'єктів і прилеглих територій як під час проведення робіт, так і після їх завершення.

Виконання робіт повинно відбуватися у суворій відповідності до чинних нормативних документів, таких як СНиП (будівельні норми і правила), НПАОП (нормативи безпеки), а також спеціалізованих правил безпеки для систем газопостачання та інших інженерних мереж. Дотримання цих стандартів є гарантією не лише безпеки працівників, а й збереження навколишнього середовища.

Комплексне виконання цих заходів сприяє мінімізації ризиків травматизму, аварійних ситуацій та екологічних порушень. Це не тільки підвищує рівень безпеки на робочих майданчиках, але й забезпечує відповідність законодавчим вимогам у сфері охорони праці та екології, що є важливим аспектом сучасного будівництва та експлуатації інженерних об'єктів. Таким чином, забезпечення контролю, відповідального ставлення до використання техніки і дотримання всіх нормативів сприяє успішному і безпечному проведенню робіт навіть у складних і потенційно небезпечних умовах.

ВИСНОВОК

У результаті проведеного дослідження встановлено, що водотік «Войцехова балка» в межах міста Дніпро перебуває в незадовільному екологічному та гідрологічному стані. Основними проблемами є значне замулення русла, заростання водною рослинністю, погіршення якості води та зменшення пропускної спроможності. Такі негативні явища спричинені поєднанням антропогенних і природних чинників: неконтрольованим скиданням побутових та промислових стоків, урбанізацією прилеглих територій, відсутністю системного моніторингу та регулярної розчистки, а також змінами клімату, посухами і ерозією ґрунтів. Усе це створює суттєві екологічні, соціальні та економічні ризики: загрозу біорізноманіттю, підтоплення територій, погіршення санітарних умов проживання населення та зниження рекреаційної цінності балки.

З метою покращення гідроекологічного стану водотоку було виконано детальні розрахунки, які дозволяють оцінити обсяг і тривалість робіт, необхідних для його відновлення. Загальна площа розчищення становить 4000 м², що охоплює двокілометрову ділянку з середньою шириною 2 метри. Обсяг мулових відкладів, які потребують вилучення, дорівнює 2400 м³, а обсяг земляних робіт — 800 м³. Сумарно це становить 3200 м³ матеріалів, які потрібно видалити. Враховуючи продуктивність екскаватора на рівні 150 м³/год, час виконання земляних та мулових робіт становить близько 21,3 години. Для вивезення відходів передбачено виконання 320 рейсів самоскидами ємністю 10 м³, що потребує належної логістичної організації.

Технологічні заходи з розчистки водотоку передбачають механізоване очищення русла, укріплення берегів із використанням геотекстилю, габіонів або бетонних елементів, створення прибережних захисних смуг, гідротехнічне регулювання, озеленення території та улаштування водовідвідних систем. Усі ці дії спрямовані не лише на відновлення природного гідрологічного режиму та покращення якості води, а й на

зниження ризиків підтоплення, стабілізацію екосистеми та підвищення естетичної привабливості місцевості. Орієнтовна вартість виконання всіх запланованих робіт, з урахуванням транспортування та утилізації мулу, земляних робіт, логістики та заходів благоустрою, складає близько 1 017 000 гривень.

Реалізація комплексу запропонованих заходів має важливе практичне значення для підвищення екологічної безпеки міського середовища, поліпшення умов життя населення та сталого розвитку прилеглої території. З метою забезпечення довготривалого ефекту доцільно впроваджувати технологічні заходи поетапно, розпочавши з найбільш проблемних ділянок русла, а також організувати постійний екологічний і гідрологічний моніторинг балки. Рекомендується проводити регулярне технічне обслуговування русла і прибережної зони, впроваджувати природоорієнтовані рішення та залучати населення до заходів з охорони й благоустрою. Також важливо інтегрувати проблематику очищення балки в місцеві програми розвитку, розглядати можливості залучення коштів із екологічних фондів або інвестиційних проєктів. Надання Войцеховій балці охоронного статусу або визнання її природоохоронною територією місцевого значення сприятиме збереженню досягнутих результатів та ефективному управлінню водними ресурсами в умовах урбанізованого середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Диков П. В. Екологічні проблеми використання водних ресурсів України / П. В. Диков // Вісник Запорізького національного університету. – 2013. – № 1. – С. 45–52. – Режим доступу: https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/files/2013/01/04/6642_1359108410_12dkovpv.pdf
2. Що потрібно знати про скидання стічних вод у поверхневі водні об'єкти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/shcho-potribno-znaty-pro-skydannya-stichnyh-vod-u-poverhnevi-vodni-obyekty>
3. Установлення санітарно-захисної зони підприємства та коригування її розмірів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecologiya.com.ua/articles/73275-ustanovlennya-sanitarno-zakhysnoyi-zony-pidpryyemstva-ta-koryhuvannya-yiyi-rozmiriv>
4. Екосистемні послуги – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Екосистемні_послуги
5. Як збереження навколишнього середовища та сталий розвиток працюють разом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukraine-oss.com/yak-zberezhennya-navkolyshnogo-seredovyshha-ta-stalyj-rozvytok-praczyuyut-razom/>
6. Крок в прірву: збереження біорізноманіття відміняється [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://epl.org.ua/announces/krok-v-prirvu-zberezhennya-bioriznomanittya-vidminyayetsya-shhe-ne-tak-spekotno/>
7. Як передові аграрні технології допомагають зберегти біорізноманіття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.corteva.com.ua/news-and-events/How-advanced-agricultural-technologies-help-protect-biodiversity.html>

8. Що таке IoT у водному менеджменті? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.eptde.com/news/what-is-iot-water-management-78827773.html>

9. Дідусенко П. Презентація [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/123456789/1178/Дідусенко%20Презентація_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

10. Оцінка стану водних ресурсів України та напрямки покращення / Ознайомлення з водними ресурсами [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/OZVRR7.pdf>

11. Звіт з оцінки впливу на довкілля по розчищенню річки Уж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://korosten-rada.gov.ua/wp-content/uploads/2022/01/zvit-z-oczinky-vplyvu-na-dovkillya-po-rozchyshhennyu-richky-uzh.pdf>

12. Типи забруднення води і їх наслідки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://akvantis.com.ua/stati-i-obzory/typy-zagryazneniya-vody-i-ih-posledstviya-ua>

13. Водна симфонія: вплив забруднення на живі екосистеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mindscope.biz.ua/vodna-symfoniya-vplyv-zabrudnennya-na-zhyvi-ekosystemy/>

14. Літературне джерело УДАУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lib.udau.edu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/95f749bd-8858-4f21-a5e0-a56c574791aa/content>

15. Регіональне управління водних ресурсів у Тернопільській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://rovrto.davr.gov.ua/13139/>

16. Деденчук Т. Стаття / ЧНУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://rcher.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6386/Деденчук_Т..pdf?sequence=1&isAllowed=y

17. Дніпро (місто) – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпро_\(місто\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дніпро_(місто))

18. Географія Дніпропетровської області – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Географія_Дніпропетровської_області

19. Дороге (Дніпровський район) – Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Дороге_\(Дніпровський_район\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дороге_(Дніпровський_район))