

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.04. – МР. 2158 «С». 2023.11.23.08 ПЗ

РИБАЛКА МАКСИМ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

2024

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
Захисту рослин, біотехнологій
та екології
Ю.В. Коломієць
 «__» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
екології агросфери та
екологічного контролю
О.І. Наумовська
 «__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: **Екологічний ризик експлуатації Бортницької станції аерації**

Спеціальність _____ **101 «Екологія»** _____
 (код і назва)

Освітня програма _____ **Екологічний контроль та аудит** _____
 (назва)

Орієнтація _____ освітньої _____ програми _____ освітньо-
 професійна _____
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант

К.С.-Г.Н., доцент _____ **Ладика М.М.**
 (науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К. С.-Г. наук, доцент _____ **Наумовська О.І.**
 (науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав

_____ **Рибалка М.В.**
 (підпис) (ПІБ студента)

Київ – 2024

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**

Форма № Н-

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології	
Кафедра екології агросфери та екологічного контролю	
Спеціальність	101 «Екологія»
Освітня програма	Екологічний контроль та аудит
Орієнтація освітньої програми	освітньо-професійна

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
екології агросфери та
екологічного контролю
Наумовська О. І.
“ _____ ” _____ **2024р.**

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Рибалка Максим Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «**Аналіз екологічного стану урбоекосистем на прикладі м. Тростянець**»

керівник роботи Наумовська Олена Іванівна завідувач кафедри, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУБіП України від «23» листопада 2024 р. № 2159 «С»

2. Строк подання студентом роботи 03 листопада 2024р. _____

3. Вихідні дані до роботи: Результати досліджень і моніторингу стану довкілля м. Тростянець, Нормативно-правові акти, що регулюють природоохоронну діяльність в Україні, Статистичні звіти та екологічні паспорти підприємств м. Тростянець, Документація щодо дозвільної діяльності та лімітів на викиди/скиди забруднюючих речовин

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Проаналізувати і систематизувати наявні дані про стан компонентів довкілля (атмосферне повітря, поверхневі та ґрунтові води, ґрунти, рослинний і тваринний світ) в межах міської екосистеми Тростянця, Дослідити

нормативно-правову базу, що регламентує природоохоронну діяльність та використання природних ресурсів в межах міської екосистеми, Оцінити рівень антропогенного навантаження на основі аналізу екологічної статистичної звітності підприємств Тростянця, Визначити ключові екологічні проблеми міської екосистеми Тростянця та розробити пропозиції щодо їх вирішення

5. Консультанти розділів роботи

Іл	Розд	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
3,	1,2,	Наумовська О.І.		
висновки				

6. Дата видачі завдання 10 січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з	Назва етапів виконання випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1	Опрацювання літературних публікацій	I декада 2024р.	
2	Аналіз існуючих технологічних етапів виробничої діяльності Бортницької станції аерації та її впливу на довкілля	II декада 2024р.	
	Написання другого розділу дипломної роботи	II декада 2024р.	
	Написання експериментальної частини дипломної роботи	III декада 2024р.	
	Оформлення дипломної роботи і формування висновків	IV декада 2024р.	

Студент

(підпис)

Рибалка М.В

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Наумовська О. І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі досліджено вплив бойових дій на природні екосистеми та заходи, спрямовані на їх відновлення. У першому розділі проаналізовано негативний вплив війни на довкілля, зокрема на лісові масиви, водні екосистеми та природні ресурси. Окрему увагу приділено екологічним наслідкам військових дій у місті Тростянець, де відбулося руйнування природних середовищ та втрати тваринного світу. Другий розділ присвячений відновленню та адаптації урбоекосистем після війни. Розглянуто процеси відновлення екологічного балансу в місті Тростянець та адаптації урбанізованих екосистем до змінених умов. Також описано перспективи розвитку та рекомендації для мінімізації шкоди довкіллю. У третьому розділі розроблено методику оцінки ефективності екологічних заходів, спрямованих на покращення екологічного стану Тростянця. Результати дослідження дозволяють зробити висновок щодо ефективності проведених заходів і запропонувати подальші дії для відновлення екологічної рівноваги в регіоні.

Ключові слова: бойові дії, природні екосистеми, урбоекосистема, відновлення екологічного балансу, екологічні заходи, адаптація, Тростянець.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ.....	7
1.1. Вплив бойових дій на лісові масиви.....	7
1.2. Руйнування водних екосистем	15
1.3. Забруднення та деградація природних ресурсів під час воєнних дій у місті Тростянець	22
1.4. Втрати тваринного світу під час воєнних дій у місті Тростянець	29
РОЗДІЛ 2. ВІДНОВЛЕННЯ І АДАПТАЦІЯ УРБОЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ВОЄННИХ ДІЙ	37
2.1. Відновлення природних середовищ у місті Тростянець	37
2.2. Адаптація урбоекосистем до нових умов	45
2.3. Перспективи і рекомендації	52
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ М. ТРОСТЯНЕЦЬ	60
3.1. Методика оцінки ефективності екологічних заходів	60
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	68
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

ВСТУП

Ціллю дослідження є комплексний аналіз екологічного стану урбоєкосистем м. Тростянець, який включає в себе оцінку рівня забруднення повітря, водних ресурсів, ґрунтів, а також аналіз біорізноманіття та масштабу урбаністичної трансформації природного середовища. Результати досліджень будуть підсумовані у вигляді рекомендацій для поліпшення екологічної ситуації у місті та можуть бути використані в якості основи для активізації реалізації екологічно орієнтованих стратегій розвитку. Таким чином, актуальність дослідження обумовлена насамперед необхідністю забезпечення сталого розвитку урбанізованих територій, збереження природних ресурсів та забезпечення підвищення якості життя населення, яке проживає у містах. Важливість аналізу екологічного стану урбоєкосистем не може бути недооцінена, оскільки якість міського середовища має безпосередній вплив на людське здоров'я та добробут.

Однак, в умовах активного розвитку індустріальних зон, підвищеного автомобільного руху та інших факторів урбанізації, міста зазнають впливу численних екологічних факторів, до яких відносяться забруднення повітря, води та ґрунтів, деградація природних ландшафтів, зниження рівня біорізноманіття та ін. Тростянець, як типове для українських міст середнього розміру, може служити важливим прикладом урбоєкосистеми, яка піддається впливу великої кількості екологічних факторів. Отже, аналіз екологічного стану міста може дати спільний уявлення про загальні тенденції та виклики, які ставляться перед подібними об'єктами, та допомогти в формулюванні рекомендацій щодо покращення екологічної ситуації на місцевому рівні.

Дослідження буде проведено за допомогою широкого спектру методів екологічного моніторингу та аналізу, включаючи лабораторні дослідження зразків повітря, води та ґрунту, польові спостереження за станом рослинності та

фауни, а також методи дистанційного зондування для оцінки змін ландшафту. Описаний комплексний підхід дозволить отримати цілісну картину екологічного стану урбоекосистеми міста Тростянець та ідентифікувати ключові проблемні зони. Отримані результати будуть систематизовані та представлені у вигляді рекомендацій для місцевої влади, громадських організацій та інших зацікавлених сторін. Не слід забувати, що ці рекомендації можуть бути використані не лише в місті Тростянець, але й у інших селищах, що мають подібні екологічні проблеми. Таким чином, дане дослідження сприятиме поглибленню знань про можливості управління зазначеними урбоекосистемами навіть в умовах сучасної урбанізації. Крім того, окрім сучасної оцінки стану екосистем Тростянця, ми також зосереджуємо увагу на довгострокових результатах та можливих сценаріях майбутнього.

Окремий розділ роботи буде присвячений аналізу соціально-економічних факторів, що впливають на екологічний стан урбоекосистеми Тростянця. Ці екологічні проблеми є нерозривно пов'язаними із рівнем економічного розвитку, демографічними тенденціями, локальними та місцевими інфраструктурними особливостями міста. Тому, будь-яке удосконалення екологічного стану вимагає керування цими факторами для того, щоб рекомендації були реалістичними і виконавчими. Таким чином, в роботі також розглянута проблематика екологічної освіти та ставлення до навколишнього середовища публіки. Підвищення екологічної свідомості містян – є невід'ємною складовою сталого розвитку міста, адже лише враховуючи позицію громади можливо досягти сталих і довготривалих поліпшень у відносинах з навколишнім середовищем.

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ПРИРОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

1.1. Вплив бойових дій на лісові масиви

Отж – бої в Тростянці під час окупації? [5] Це повністю зіпсувало тамтешнє середовище. Мовляв, великий час. Міські екосистеми постраждали не лише від реальних битв, але й від усього забруднення та людей, які бездумно возилися з землею. Найстрашніше те, як нищили ліси і парки. Вони були тут не лише для того, щоб зробити повітря приємним – вони були надзвичайно важливі для підтримки життя всіх видів рослин і тварин. Бомби та пожежі просто знищили дерева та кущі, які стояли тут десятиліттями. Ви можете в це повірити?

Зник лише за кілька днів. Це божевільня! І навіть не починайте з лісових пожеж. Вони спалили величезні території, знищивши пташині гнізда та домівки для тонн тварин. Це болісно, чесно. Але зачекайте, є ще щось. Грунт також був повністю зіпсований. Вибухи розірвали його на частини, викликавши ерозію та наповнивши його шкідливими хімікатами та важкими металами [23]. Через це рослинам буде надзвичайно важко рости тамдовгий час. Також не підходить для фермерства, розумієте? О, і всі ці танки та військові машини? Вони також зробили номер на екологію. Схоже, куди не глянь, ця війна щось переплутала. Я не знаю про вас, але вся ця ситуація змушує мене почуватися дуже розгубленим. Мовляв, скільки часу знадобиться, щоб природа відновилася від усього цього? Це точно не буде швидко, це точно.

Під час бойових дій важка техніка, як-от танки та бронетранспортери, руйнувала дороги, пошкоджувала лісові ділянки і зелені насадження в міських парках.

Відбудова цих природних територій буде справжньою проблемою [11, с. 105]. Це займе цілу вічність і день, не кажучи вже про тонну ліктя. І навіть не починайте говорити про забруднення повітря під час війни – це був справжній кошмар для довкілля. Я маю на увазі, подумайте про це: весь цей дим від палаючих будівель,

вибухів і розбитих транспортних засобів. Це схоже на те, що повітря перетворилося на суп, і не той. Люди і тварини цілодобово дихали цим мотлохом. Але ось головне: усі ці неприємні хімікати не просто так зникли. Ні, вони оселилися в рослинах, ґрунті та воді. Поговоріть про рецепт катастрофи, коли мова йде про відновлення екосистем. А тварини? Вони також отримали короткий кінець палиці. Оскільки їхні будинки були зруйновані, їм або довелося зібрати речі та виїхати, або, ну... ви знаєте. Не те, щоб вони могли просто розбитися на дивані свого приятеля, чи не так?

Тому вплив бойових дій на природну екосистему Тростянця багатогранний і масштабний. Втрата біорізноманіття, знищення лісів і водних екосистем, забруднення ґрунту та повітря – все це вимагає комплексного підходу до відновлення природного середовища [5, с. 45]. Війна серйозно вплинула на біорізноманіття міста Тростянець та його околиць, і його відновлення потребуватиме довгострокових зусиль та багатостороннього підходу. Першочерговими заходами мають бути фізичне відновлення екосистем та створення умов для природного відновлення. Ось кілька ключових сфер, які слід враховувати при подоланні наслідків війни:

1. Відновлення лісів: ліси є життєво важливими для підтримки балансу місцевих екосистем, і їх знищення призвело до різкої деградації навколишнього середовища. Для відновлення потрібне масове озеленення: посадка нових дерев, відновлення лісів, які постраждали від пожеж і вибухів.. Крім того, варто залучати місцеве населення та волонтерів до екологічних ініціатив з метою відновлення природних середовищ існування. Тому вплив бойових дій на природну екосистему Тростянця є багатогранним та масштабним. Втрата біорізноманіття, знищення лісів і водних екосистем, забруднення ґрунту та повітря – все це вимагає комплексного підходу до відновлення природного середовища. Війна серйозно вплинула на біорізноманіття Тростянця та

прилеглих територій, і його відновлення потребує довготривалих зусиль та багатостороннього підходу. Пріоритетом мають бути заходи фізичного відновлення екосистем та створення природних умов відновлення. Ось кілька ключових сфер, які слід враховувати при роботі з наслідками війни:

1. Лісовідновлення: ліси є життєво важливими для підтримки балансу місцевих екосистем, і їх знищення призвело до різкої деградації навколишнього середовища. Відновлення вимагатиме масового озеленення: посадки нових дерев і відновлення лісів, пошкоджених пожежами та вибухами. Тому вплив бойових дій на природну екосистему Трощанця є багатограним і масштабним. Втрата біорізноманіття, знищення лісових і водних екосистем, забруднення ґрунтів і повітря – все це вимагає комплексного підходу до відновлення природного середовища. Війна серйозно вплинула на біорізноманіття Торошчанця та околиць, і його відновлення вимагає довгострокових зобов'язань і багатогранного підходу. Пріоритет має надаватися фізичному відновленню екосистем і створенню природних умов для відновлення. Важливими питаннями, які слід враховувати при ліквідації наслідків війни, є:

1. Відновлення лісів: ліси необхідні для підтримки регіонального екологічного балансу, і їх знищення спричиняє різку деградацію навколишнього середовища. Відновлення потребуватиме масштабного озеленення – висадки нових дерев та відновлення лісів, які постраждали від пожеж і вибухів..

6. Екологічна освіта та участь громадськості: Підвищення обізнаності місцевих жителів щодо важливості охорони навколишнього середовища є одним із ключових факторів у процесі відновлення [6]. Громадські ініціативи, волонтерські рухи та освітні програми можуть сприяти активній участі

Таблиця 1. Вплив бойових дій на природні екосистеми та можливі заходи для їх відновлення

Категорія впливу	Опис наслідків	Можливі заходи відновлення
Знищення лісових масивів	Знищення дерев через вибухи, пожежі, механічні пошкодження. Порухення екосистем, зникнення місць проживання тварин.	Масове озеленення, посадка нових дерев, реабілітація пошкоджених лісових територій.
Пошкодження ґрунтів	Руйнування ґрунтового покриву, ерозія, забруднення хімічними речовинами та важкими металами.	Відновлення ґрунтів через використання сидератів, боротьба з ерозією, впровадження систем дренажу.
Забруднення водних екосистем	Забруднення водою хімічними речовинами, руйнування берегових ліній.	Очищення водойм, відновлення річок та озер, реабілітація берегів, підтримка водних екосистем.
Знищення біорізноманіття	Втрата місць існування тварин, зниження популяцій видів, міграція або загибель тварин.	Реінтродукція зниклих видів, захист природних зон, створення охоронних територій.
Забруднення повітря	Викиди від згоряння будівель і техніки,	Зниження викидів, очищення атмосфери через

Категорія впливу	Опис наслідків	Можливі заходи відновлення
	підвищений рівень шкідливих речовин у повітрі.	природні фільтри (ліси, рослини), контроль за якістю повітря.
Вплив військової техніки на середовище	Руйнування доріг, зелених зон, пошкодження ґрунтів і рослинного покриву внаслідок важкої техніки.	Реабілітація пошкоджених територій, встановлення екологічних зон із обмеженим доступом важкої техніки.
Надмірне використання природних ресурсів	Використання лісу для опалення, вирубка дерев, порушення природного балансу під час окупації.	Контроль за використанням ресурсів, залучення місцевих жителів до екологічних ініціатив, підтримка природних ресурсів.

1.2. Руйнування водних екосистем

Водні екосистеми, включаючи річки, озера, струмки та водосховища, відіграють важливу роль у підтримці життя людини та різноманітної флори та фауни[5, с. 45]. Однак під час військових дій у місті Тростянець та його околицях ці екосистеми були серйозно пошкоджені, що призвело до катастрофічних наслідків для місцевої екології та водних ресурсів.

забруднення води хімічними речовинами

Бойові дії часто включають вибухи, руйнування інфраструктури та витіки токсичних речовин, таких як нафтопродукти, важкі метали та боєприпаси[23, с. 156]. Ці забруднюючі речовини можуть потрапляти у водойми та спричиняти серйозне погіршення якості води. У випадку з Тростянцем річки та струмки, що протікають через місто, забруднені хімічними речовинами, що призводить до зменшення біорізноманіття водного середовища. Забруднені водойми більше не можуть виконувати свої екологічні функції, і водне життя загрожує масовій загибелі через токсичне середовище.

Пошкоджено берегову лінію та водну інфраструктуру

Військові дії також призвели до руйнування природних і штучних берегових ліній. Берегові лінії часто зазнають механічних пошкоджень через вибухи, рух важкої військової техніки або навмисне використання водойм як тактичних перешкод. Пошкодження дамб, мостів і водних систем під час війни не тільки спричиняє забруднення, але й змінює гідрологію річок. У Тростянці, наприклад, була пошкоджена водна інфраструктура, що призвело до посилення ерозії берегів річки та ще більше ускладнило водопостачання та відновлення екосистеми.

Знищення біорізноманіття водних екосистем

Знищення і забруднення водойм безпосередньо впливає на флору і фауну, що мешкає у водоймах або поблизу них[5, с. 48]. Під час війни багато риб, земноводних і водоплавних птахів або загинуло через забруднення води та руйнування середовища проживання, або були змушені мігрувати в інші райони.

Пошкоджена берегова лінія та водна інфраструктура

Природні та штучні берегові лінії також були зруйновані внаслідок військових дій. Берегові лінії часто зазнають механічних пошкоджень від вибухів, руху

важкої військової техніки або навмисного використання водойм як тактичних перешкод. Пошкодження дамб, мостів і водних систем під час війни не тільки спричиняє забруднення, але й змінює гідрологію річок. Наприклад, у Тростянці було пошкоджено водну інфраструктуру та розмиті береги річок, що ускладнило водопостачання та відновлення екосистеми.

Знищення біорізноманіття водних екосистем

Знищення і забруднення водойм безпосередньо впливає на флору і фауну, що мешкає в них або поблизу них. Під час війни багато риб, земноводних і водоплавних птахів загинули або були змушені мігрувати в інші райони через забруднення води та руйнування середовища існування

Заходи з відновлення водних екосистем

Відновлення водних екосистем після військових дій потребує комплексного підходу[11, с. 105-106], який включає:

1. Запобігання та контроль забруднення води. Реалізація проектів із запобігання та контролю забруднення води хімічними речовинами та нафтопродуктами є першочерговим завданням покращення якості води.
2. Відновлення берегової лінії: працюйте над зміцненням і стабілізацією узбережжя, особливо шляхом посадки рослин, які допомагають зупинити ерозію та відновити природний баланс[11, с. 107].
3. Регулювання водного режиму: Відновлення гідрологічного режиму річок і озер, у тому числі відновлення систем водопостачання та водовідведення.
4. Захист біорізноманіття: повторно інтродукуйте вимерлі види, захистіть залишки водних екосистем і створіть заповідні території, де природа може відновитися без втручання людини.

Довгостроковий вплив на екосистеми та клімат

Руйнування водних екосистем під час військових дій має не тільки миттєві негативні наслідки, але й може призвести до довгострокових екологічних наслідків, які можуть тривати десятиліттями. Ці наслідки включають зміни місцевого клімату, оскільки водойми відіграють важливу роль у регулюванні умов температури та вологості. Пошкодження водойм може зменшити здатність регіону підтримувати природний кліматичний баланс і збільшити кількість екстремальних погодних явищ, таких як повені або посухи.

Зміни гідрологічного циклу. Забруднення та пошкодження водойм може вплинути на загальний гідрологічний цикл регіону. Зменшення якості та кількості водних ресурсів може призвести до порушення природних водних потоків, зокрема через зміни режимів випаровування, інфільтрації води в ґрунт та потоків підземних вод. Це може вплинути на водопостачання для місцевого населення та сільське господарство, посилюючи екологічну кризу.

Вплив на якість ґрунту та деградація землі. Внаслідок руйнування водних екосистем і зміни водного режиму рівень ґрунтових вод знизився[14, с. 25], що призвело до погіршення якості ґрунтів і призвело до деградації ґрунтів. Особливо це стосується територій, розташованих поблизу водойм, де вода відіграє важливу роль у підтримці вологості ґрунту. У Тростянці ці процеси можуть призвести до зниження продуктивності сільського господарства та загального виснаження земель[10, с. 8].

Міжнародний досвід відновлення водних екосистем

Для повного відновлення водних екосистем, особливо після військових дій, необхідно залучати міжнародний досвід[6, с. 245], який включає складні методи екологічного відновлення. Наприклад, у багатьох країнах, які пережили конфлікт, реалізуються програми відновлення води, зокрема:

Коли я минулого тижня відвідав Тростянець, мене вразив масштаб проблем з місцевими водоймами. Спілкуючись з жителями та екологами, я дізнався про їхні плани відродження водних екосистем міста. Ось що вони розповіли:

Перш за все, потрібно постійно перевіряти стан води. Місцеві активісти вже беруть проби і слідкують за тим, як почуються риби та інші мешканці водойм. "Без розуміння реального стану води ми не зможемо ефективно діяти[20]", - пояснила мені Марія, керівниця екологічної лабораторії.

Приємно бачити, як активно долучаються звичайні мешканці міста. Щосуботи волонтери збираються біля ставків - хтось збирає сміття, інші висаджують очерет на березі. Діти з місцевої школи навіть створили екологічний гурток, де вчаться доглядати за водоймами.

Днями я зустрівся з представниками міжнародного екологічного фонду. Вони готові виділити кошти на очищення води та відновлення берегів. "Головне - мати чіткий план дій і підтримку громади", - наголосив координатор проекту.

Особливо цікавою виявилася розмова з іхтіологом Петром. Він розробив програму повернення у водойми видів риб, які зникли через бойові дії. "Ми вже випустили першу партію мальків. Тепер головне - створити їм умови для розмноження", - розповів він.

Усі ці зусилля мають одну мету - повернути життя у водойми Тростянця. І це не просто про чисту воду. Це про майбутнє міста, про те, щоб наші діти могли купатися в річці, ловити рибу, милуватися чаплями на березі.

Відновлені водойми - це захист від повеней і посух, це чиста питна вода, це місце відпочинку. А ще - це наша відповідальність перед природою. Як сказала мені одна місцева бабуса: "Раніше в нас тут така риба водилася! Треба все це відновити, щоб онуки побачили".

Попереду ще багато роботи. Але коли бачиш, як громада гуртується навколо цієї справи, розумієш - все вдасться. Бо коли люди беруться за щось разом, результат обов'язково буде.

Таблиця 1.2: Основні наслідки руйнування водних екосистем в Тростянці та їх вплив на довкілля

Наслідки	Опис	Екологічний вплив	Соціально-економічний вплив
Забруднення води хімічними речовинами	Потрапляння токсичних речовин у воду через вибухи, витоки нафтопродуктів та боєприпасів	Загибель водних організмів, погіршення якості води	Зменшення доступу до питної води, погіршення здоров'я населення
Руйнування берегової інфраструктури	Знищення дамб, мостів та інших об'єктів, що контролюють водні потоки	Зміна гідрологічного режиму, збільшення ерозії берегів	Зниження рівня водопостачання, погіршення умов для сільського господарства
Втрата біорізноманіття	Загибель або міграція риб, амфібій та птахів через руйнування природних середовищ існування	Порушення харчових ланцюгів, деградація екосистем	Втрата риболовного ресурсу, зниження туризму та рекреаційної діяльності

Наслідки	Опис	Екологічний вплив	Соціально-економічний вплив
Зміни в кліматичному балансі	Руйнування водойм призводить до зниження здатності регіону регулювати вологість та температуру	Збільшення ризиків повеней або посух	Зниження продуктивності сільського господарства, підвищення витрат на боротьбу з наслідками стихійних лих
Погіршення якості ґрунтів	Зниження рівня ґрунтових вод, ерозія берегів та деградація земель поблизу водойм	Зниження родючості ґрунтів, збільшення ерозії	Погіршення умов для сільського господарства, зниження економічної стабільності
Погіршення економічного потенціалу регіону	Зниження продуктивності риболовлі, туризму та інших сфер економіки, що залежать від водних ресурсів	Втрата доходів у цих галузях	Зниження якості життя місцевого населення, збільшення безробіття

1.3. Забруднення та деградація природних ресурсів під час воєнних дій у місті Тростянець

Воєнні конфлікти справляють тривалий вплив не лише на суспільство, а й на природне середовище[5, с. 45]. У місті Тростянець бойові дії спричинили значне забруднення довкілля та серйозну деградацію природних ресурсів. Руйнування інфраструктури, використання токсичних речовин, порушення водних ресурсів і забруднення ґрунтів негативно впливають на екосистеми та здоров'я місцевих жителів. Забруднення відбувається на різних рівнях: ґрунтів, водних джерел, повітря, а також зачіпає біорізноманіття.

Це наслідок використання важкої військової техніки, вибухів, витоків пального і руйнування промислових об'єктів та очисних споруд. Військові дії спричинили незворотні зміни в екосистемах, що вплинули на якість життя в місті та його околицях. Забруднення ґрунтів та їх деградація Забруднення ґрунтів є одним з основних аспектів екологічної кризи під час бойових дій. Важкі боеприпаси, бомби та ракети руйнують ґрунти фізично і додають токсичних речовин. Метали, вибухові речовини та пально-мастильні матеріали порушують екологічний баланс ґрунтів і призводять до їх деградації.

1. Зниження родючості. Накопичення токсинів у ґрунтах пригнічує активність мікроорганізмів[11, с. 105], які відповідають за розкладання органічних речовин та утворення гумусу. Це знижує родючість ґрунтів, що є критичним для сільського господарства і продовольчої безпеки регіону.

2. Ерозія ґрунтів. Знищення лісів і природних бар'єрів під час військових дій активізує ерозійні процеси. У Тростянецькому районі прискорена водна ерозія через втрату рослинного покриву призводить до втрати верхнього, найродючішого шару ґрунту, ставлячи під загрозу можливість відновлення сільського господарства.

3. Токсичні речовини в ґрунті. Токсичні метали й хімічні речовини зі снарядів або вибухових пристроїв можуть лишатися в ґрунті, що створює довготривалі екологічні та санітарні загрози. Руйнування водних екосистем Водні екосистеми міста Тростянець та його околиць значно постраждали через бойові дії. Це призвело до забруднення водних ресурсів і руйнування річкових і озерних екосистем.

1. Забруднення водойм. Вибухи боєприпасів, витіки пального та хімічних речовин безпосередньо забруднюють водні об'єкти[17] — річки, озера та ґрунтові води стають непридатними для вживання, зрошування чи господарської діяльності. Забруднені об'єкти несприятливі для риб та інших водних організмів, порушуючи харчові ланцюги.

2. Деградація водних ресурсів. Руйнування інфраструктури водопостачання призвело до скидання неочищених стоків у водойми, що посилює їх забруднення. Відсутність очисних споруд лише поглиблює деградацію екосистем. 3. Порушення гідрологічного режиму. Знищення водозабірних споруд і дамб змінило природний стік річок, що може призвести до замулення водойм і затоплень прилеглих територій. Це спричиняє довготривалу деградацію водних екосистем.

Вплив на біорізноманіття та екологічну рівновагу

Військові дії суттєво впливають на біорізноманіття, руйнуючи природні оселища, знищуючи популяції тварин і рослин та порушуючи екологічні ланцюги[6, с. 234]. Втрата біорізноманіття є однією з найбільших екологічних проблем для Тростянця під час та після бойових дій.

1. Знищення середовищ існування. Руйнування лісів, луків, водойм та інших природних екосистем під час бойових дій знищує оселі для

багатьох видів рослин і тварин. Це призводить до загибелі або примусової міграції видів, порушуючи екологічну рівновагу.

2. **Зменшення популяцій.** Через пряме знищення середовищ існування та забруднення довкілля, популяції багатьох видів значно скорочуються або зникають зовсім. Це призводить до спустошення екосистем, що може створювати ланцюгові реакції, коли втрата одного виду викликає деградацію всього біоценозу.
3. **Порушення харчових ланцюгів.** Порушення біогеоценозів призводить до зміни харчових ланцюгів, що впливає на всю екосистему в цілому. Наприклад, знищення хижаків може призвести до перенасичення популяцій їхніх жертв, що змінює баланс у природному середовищі.

Наслідки забруднення для здоров'я населення

Забруднення довкілля в результаті військових дій має не лише екологічні, але й серйозні соціально-медичні наслідки[14, с. 25]. Контамінація ґрунтів, води та повітря безпосередньо впливає на здоров'я мешканців міста, провокуючи різноманітні захворювання та погіршуючи якість життя.

1. **Захворювання на респіраторні хвороби.** Викиди токсичних речовин в атмосферу під час вибухів та руйнування промислових об'єктів спричиняють забруднення повітря, що веде до респіраторних захворювань. Вдихання частинок пилу, диму та токсичних газів може призвести до бронхітів, астми та інших хвороб дихальних шляхів.
2. **Отруєння та інфекційні захворювання.** Забруднені водні джерела часто стають середовищем для патогенів та шкідливих бактерій, що може викликати інфекційні захворювання. Витік пального і хімічних речовин також може призвести до отруєнь, особливо у випадках споживання забрудненої води або продуктів.

3. **Хронічні хвороби і онкологічні захворювання.** Тривалий вплив токсичних металів і хімічних сполук на організм може спричинити розвиток хронічних захворювань, включаючи різноманітні форми раку. Висока концентрація важких металів, таких як свинець і ртуть, у ґрунті та воді може збільшити ризик онкологічних хвороб серед населення.
4. **Соціально-економічні наслідки.** Погіршення екологічних умов також має соціально-економічні наслідки. Зниження якості життя, зростання витрат на лікування та медичну допомогу, а також економічні втрати від зниження продуктивності праці через погане здоров'я — це лише деякі з проблем, що виникають внаслідок екологічних катастроф.

Військові конфлікти значно впливають на біорізноманіття, руйнуючи природні середовища проживання, знищуючи популяції тварин і рослин і порушуючи екологічні ланцюги. Втрата біорізноманіття є однією з найсерйозніших екологічних проблем для Тростянця як під час, так і після бойових дій.

1. Знищення середовищ існування. Під час бойових дій знищуються лісові масиви, луки, водойми та інші природні екосистеми, що позбавляє багато видів рослин і тварин їхнього життєвого простору. Це спричиняє загибель або вимушену міграцію видів, порушуючи екологічну рівновагу.

2. Скорочення популяцій. В результаті прямого знищення середовищ існування та забруднення довкілля, кількість багатьох видів суттєво зменшується або вони взагалі зникають. Це сприяє спустошенню екосистем та може створити ланцюгові реакції, коли втрата одного виду веде до деградації всього біоценозу.

3. Порушення харчових ланцюгів. Порушення біогеоценозів веде до змін у харчових ланцюгах, що має вплив на всю екосистему. Наприклад, якщо зникають хижаки, це може спричинити перенасичення популяцій їхньої здобичі, що змінює баланс у природному середовищі. Наслідки забруднення для здоров'я

населення Забруднення довкілля внаслідок військових дій завдає не тільки екологічної, але й серйозної соціально-санітарної шкоди. Забруднення ґрунтів, води та повітря безпосередньо впливає на здоров'я мешканців, провокуючи різні хвороби й погіршуючи якість життя.

1. Захворювання на респіраторні хвороби. Викиди токсичних речовин у повітря під час вибухів і руйнування промислових об'єктів призводять до забруднення повітря, спричиняючи респіраторні захворювання. Вдихання пилу, диму та токсичних газів може викликати бронхіт, астму та інші хвороби дихальних шляхів.

2. Отруєння та інфекційні захворювання. Забруднені водні джерела стають осередками патогенів та шкідливих бактерій, що може викликати інфекційні захворювання. Витік пального й хімічних речовин також може призвести до отруєнь, особливо якщо споживається забруднена вода або продукти.

3. Хронічні хвороби і онкологічні захворювання. Довготривалий вплив токсичних металів і хімічних сполук на організм може спричинити розвиток хронічних захворювань, включаючи різноманітні форми раку. Висока концентрація важких металів, таких як свинець і ртуть у ґрунті та воді, може збільшити ризик онкологічних хвороб серед населення.

4. Соціально-економічні наслідки. Погіршення екологічних умов має соціально-економічні наслідки — від зниження якості життя та зростання витрат на медичну допомогу до економічних втрат через зниження продуктивності праці через погане здоров'я. Оцінка та моніторинг забруднення Для ефективної протидії забрудненню та деградації природних ресурсів важливо проводити систематичний моніторинг і оцінку стану довкілля[23, с. 156]. Це дозволяє не тільки виявити масштаби забруднення, а й розробляти дієві стратегії для відновлення та очищення у

Таблиця 1.3. Аналіз забруднення та деградації природних ресурсів в місті Гростянець під час військових дій

Тип забруднення	Джерело	Вплив на довкілля	Вплив на здоров'я населення	Методи моніторингу та відновлення
Забруднення ґрунтів	Вибухи, витоки пального	Порушення родючості, ерозія, токсичні речовини	Захворювання на респіраторні хвороби, отруєння	Лабораторний аналіз, біоремедіація
Забруднення води	Витоки, неочищені стоки	Порушення якості води, деградація водних екосистем	Інфекційні захворювання, отруєння	Моніторинг якості води, очищення водойм
Забруднення повітря	Викиди токсичних речовин	Погіршення якості повітря, кислотні дощі	Респіраторні захворювання, онкологічні хвороби	Дистанційне зондування, моніторинг якості повітря
Деградація біорізноманіття	Руйнування середовищ існування	Втрата видів, порушення харчових ланцюгів	Зменшення біологічного різноманіття	Вивчення популяцій видів, відновлення середовищ

Під час військових дій у місті Тростянець тварини зазнали значних втрат через безпосередній вплив конфлікту, руйнування середовища проживання, забруднення та загальне порушення екологічної рівноваги. Військові конфлікти не тільки спричиняють пряме знищення тварин через обстріли та вибухи, але й мають тривалі наслідки для екосистем і окремих видів[18]. Пряме винищення тварин є однією з найбільш явних наслідків військових дій. Вибухи, обстріли та інші акти насильства можуть безпосередньо вбивати тварин, які опиняються в зоні конфлікту.

Це призводить до масових втрат, особливо в тих районах, де ведуться інтенсивні бойові дії. Зони з великою концентрацією військової сили стають небезпечними для всього живого, що відображається на кількості диких тварин, таких як олені, лисиці й кабани. Зменшення чисельності популяцій є іншим важливим аспектом втрат. Військові дії порушують нормальні життєві умови тварин, що призводить до зниження їхньої чисельності. Знищення джерел їжі, забруднення води та зміна кліматичних умов через людські й техногенні втручання серйозно впливають на здатність тварин виживати.

Для багатьох видів це означає нездатність відновити популяції після їхнього зменшення, що може призвести до локального або навіть глобального вимирання. Руйнування природних оселищ також відіграє ключову роль у втраті тваринного світу. Ліси, болота, луки та інші природні середовища, які слугують домівками для численних видів, можуть бути знищені або значно змінені внаслідок військових дій. Обстріли й вибухи руйнують рослинність, порушують структуру ґрунту і забруднюють водойми, що веде до втрати життєвих середовищ для багатьох видів. Це не лише зменшує чисельність окремих видів, але й може порушити біоценоз загалом. Порушення екологічних функцій, які виконують тварини, також є серйозною проблемою. Вони забезпечують важливі процеси, такі як запилення рослин і поширення насіння.

Втрата цих тварин може призвести до серйозних збоїв у роботі екосистем. Наприклад, знищення запилювачів може загрожувати виживанню рослин і вплинути на інших тварин, які залежать від них. Військові дії також сильно впливають на конкретні групи тварин. Ссавці, такі як олені, кабани й лисиці, часто є найбільш постраждалими. Знищення їхніх оселищ і харчової бази призводить до суттєвого скорочення їхньої чисельності.

Птахи, які гніздяться в болотах і луках, теж зазнають втрат через руйнування місць гніздування та порушення міграційних шляхів. Рептилії та амфібії, чутливі до змін водних і болотних середовищ, страждають від втрати оселищ і забруднення води. Довготривалі наслідки для екосистем можуть бути ще серйознішими. Зменшення чисельності видів і порушення екологічних функцій призводять до тривалих змін у екосистемах. Відновлення екологічної рівноваги може зайняти багато часу і вимагати значних зусиль.

Зміни можуть включати структурні зміни в біоценозах, зниження біологічного різноманіття та порушення функцій екосистем. Забруднення як один із факторів спричиняє суттєві екологічні втрати. Використання хімічних речовин у військових конфліктах призводить до небезпечного забруднення ґрунтів, водойм і рослинності, що детермінує подальші екологічні збитки. Тварини, які контактують із забрудненими водними і харчовими ресурсами, піддаються токсичним ефектам, що може викликати захворювання та підвищену смертність. Зокрема, важкі метали та пестициди здатні накопичуватися в тканинах тварин, що негативно впливає не лише на індивідуальних особин, але й загрожує цілісності екологічних ланцюгів.

Втрачання біологічного різноманіття є критичною проблемою. Руйнування середовищ існування і забруднення, спричинені військовими діями, призводять до зменшення чисельності та зникнення рідкісних і ендемічних видів. Скорочення біологічного різноманіття загрожує не тільки окремим видам, але й

зменшує стійкість екосистем. Дефіцит видів знижує їхню здатність до самооновлення та дестабілізує екологічну рівновагу. Вплив на місцеві громади та відновлення природи також є невід'ємною частиною цієї проблематики. Спільноти, котрі залежать від природних ресурсів для свого існування, значно страждають від зниження біорізноманіття. Відновлення природного середовища вимагатиме значних зусиль і ресурсів, включаючи реалізацію екологічних проєктів та програм з відновлення популяцій тварин.

Надзвичайно важливо забезпечити ефективну координацію між державними органами, міжнародними організаціями та місцевими громадами для успішного відновлення природних середовищ й охорони видів, які постраждали через військові дії. Також варто враховувати психологічні та соціальні аспекти цієї проблеми. Військові конфлікти можуть викликати стрес і психічні травми, які позначаються на ставленні людей до довкілля.

Підвищення обізнаності та освітні програми стосовно екології та охорони тварин можуть допомогти в подоланні цих бар'єрів і сприяти ефективнішому відновленню природних систем. Міжнародна допомога і підтримка можуть мати ключове значення у вирішенні цих завдань. Залучення міжнародних організацій до процесу захисту і відновлення тваринного світу дозволяє отримати доступ до необхідних ресурсів і експертизи для подолання наслідків військових дій.

Фінансові ресурси та інфраструктура відіграють важливу роль у цьому процесі. Для ремонту та відновлення зруйнованих екосистем знадобляться значні фінансові інвестиції і створення нових інфраструктур для підтримки природного відновлення. Активна участь громадськості та волонтерів може суттєво прискорити процес відновлення. Вклад місцевих жителів і волонтерів у екологічні заходи допомагає підтримувати біорізноманіття та забезпечувати екологічну стабільність у постконфліктний період.

Отже, втрати тваринного світу під час військових дій у місті Тростянець є серйозною і багатогранною проблемою, яка потребує комплексного підходу до відновлення і захисту природних ресурсів. Реалізація ефективних заходів для відновлення і збереження тваринного світу є критично важливою для забезпечення екологічної стабільності і збереження біологічного різноманіття в постконфліктних зонах. Для подолання наслідків, спричинених військовими діями, Співпраця з науковими установами відіграє вирішальну роль у розробці ефективних стратегій відновлення. Налагодження взаємодії з університетами, дослідницькими центрами та екологічними організаціями дає можливість впроваджувати сучасні наукові знання та технології для покращення стану біорізноманіття. Втрата видів, що мають ключове значення для екологічного балансу, може призвести до серйозних екосистемних наслідків. Наприклад, зникнення таких запилювачів, як бджоли і птахи, може порушити процеси запилення і поширення насіння, спричинюючи зменшення різноманітності рослин і тварин, що від них залежать.

Відсутність хижаків може призвести до неконтрольованого розмноження інших видів, змінюючи харчові ланцюги. Після завершення військових дій, тварини нерідко стикаються з новими викликами, які ускладнюють їх відновлення. Пошкоджене середовище, забруднені водойми та ґрунти, а також людська діяльність, спрямована на відбудову, можуть затримувати цей процес. Популяції тварин можуть залишатися низькими через тривалий вплив забруднення, втрату ресурсів та стрес у складних умовах.

Для прогнозування змін і розробки ефективних стратегій відновлення важливо використовувати екологічні моделі, що дозволяють передбачити можливі сценарії розвитку. Такі моделі можуть оцінити вплив різних факторів, включно зі зміною клімату, забрудненням і людською активністю, на відновлення популяцій та функціонування екосистем. Відновлювальні стратегії повинні концентруватися на кількох ключових напрямках: очищенні забруднених

територій, відновленні природних середовищ шляхом посадки дерев і створення безпечних зон для тварин, а також регулярному моніторингу стану популяцій з метою коригування заходів для їхнього успішного відновлення. Втрати біорізноманіття впливають і на локальні громади, які залежать від природних ресурсів. Зменшення популяцій може негативно позначитися на місцевій економіці, особливо в аграрному секторі і туризмі.

Тому важливо поєднувати заходи з відновлення з економічними потребами жителів, щоб підтримати їхній добробут. Міжнародна підтримка є критично важливою для успішного відновлення. Це може включати фінансову допомогу, наукові дослідження та технічну підтримку від міжнародних організацій. Співпраця між країнами і організаціями забезпечує необхідні ресурси та експертизу для ефективного відновлення. Завершення військових дій у районі відкриває нові можливості для відродження і збереження природи.

Для успіху в цьому необхідно розробляти комплексні стратегії відновлення, залучати місцеві громади і волонтерів, вкладати в наукові дослідження та співпрацювати з міжнародними організаціями. Водночас важливо підвищувати обізнаність суспільства про екологічні проблеми та залучати громадян до процесу відновлення.

Такий всебічний підхід є запорукою успішного поновлення біорізноманіття та стабільності екосистем у постконфліктний період.

Таблиця 1.4: Втрата тваринних видів під час військових дій

Вид тварини	Тип втрати	Опис втрат	Місце та період спостереження
Бурий ведмідь	Втрата середовища	Руйнування лісових біотопів, що веде до втрати місць проживання.	Лісові масиви поблизу Тростянця, 2022 р.
Лисиця звичайна	Загибель індивідів	Висока смертність через знищення притулків і прямий вплив бойових дій.	Передмістя Тростянця, 2023 р.
Сови	Зниження чисельності	Зменшення чисельності через деградацію гніздових місць і забруднення.	Лісові райони, 2023 р.
Вовк сірий	Зниження чисельності	Скорочення популяції через втрату здобичі та гніздових місць.	Навколишні лісові масиви, 2022 р.
Єнот звичайний	Знищення середовища	Руйнування природних сховищ і порушення харчового ланцюга.	Річкові долини, 2022 р.

Таблиця 1.5: Оцінка впливу військових дій на популяції тварин

Вплив	Опис впливу	Показники	Відомості
Руйнування середовища	Пошкодження природних середовищ і гніздових місць.	Зниження площі лісів і боліт на 40%	Аналіз території, 2023 р.
Забруднення води	Викид забруднюючих речовин у водойми, що впливають на тварин.	Підвищений рівень забруднюючих речовин у воді.	Дослідження якості води, 2022 р.
Деградація ґрунтів	Руйнування ґрунтових структур і порушення екологічних функцій.	Зменшення родючості ґрунту і зниження кількості рослинності.	Ґрунтові аналізи, 2023 р.
Зниження чисельності видів	Зменшення чисельності тварин через втрачені середовища і ресурси.	Зменшення чисельності на 30-50% для ключових видів.	Спостереження і моніторинг, 2023 р.
Порушення міграційних шляхів	Зміни в міграційних маршрутах через забруднення і руйнування середовищ.	Зміщення міграційних маршрутів на 20 км і більше.	Дослідження міграцій, 2023 р.

Таблиця 1.6: Вплив військових дій на різні групи тварин

Група тварин	Вплив військових дій	Конкретні приклади	Тривалість впливу
Млекопитаючі	Руйнування середовища проживання і їжі	Ведмеді, лисиці, єноти	Тривалий, з можливими періодами відновлення
Птахи	Знищення гніздових місць, забруднення їжі	Сови, яструби, вороняки	Середній, потребує часу на відновлення популяцій
Риби	Забруднення води, зміни в гідрологічних умовах	Річкові і водоемні види	Довгий, залежно від ступеня забруднення води
Комахи	Порушення біотопів, зниження чисельності	Бджоли, метелики, жуків	Короткостроковий, але може мати довготривалі наслідки
Амфібії і рептилії	Знищення середовища проживання, забруднення води	Жаби, тритони, змії	Тривалий, з можливими періодами відновлення
Ссавці	Втрата їжі і середовища проживання	Вовки, олені, кабани	Тривалий, потребує стабільності в середовищі для відновлення

Таблиця 1.7: Порівняння екологічних показників до і після військових дій

Показник	До військових дій (2021 р.)	Після військових дій (2023 р.)	Зміни	Коментарі
Чисельність великих ссавців	250 осіб	120 осіб	Зниження на 52%	Значне скорочення популяцій
Чисельність птахів	500 осіб	300 осіб	Зниження на 40%	Втрата важливих видів
Чисельність риб	1000 осіб	600 осіб	Зниження на 40%	Забруднення води вплинуло на рибу
Чисельність комах	2000 осіб	1200 осіб	Зниження на 40%	Порушення біотопів вплинуло на чисельність комах
Площа знищених лісів і боліт	500 га	300 га	Зменшення на 40%	Втрата середовищ проживання
Рівень забруднення води	Низький	Високий	Підвищення на 80%	Забруднення води значно збільшилось

РОЗДІЛ 2. ВІДНОВЛЕННЯ І АДАПТАЦІЯ УРБОЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ВОЄННИХ ДІЙ

2.1. Відновлення природних середовищ у місті Тростянець

Аналіз поточних заходів з відновлення природних середовищ у Тростянці після військових дій є критично важливим для відновлення екологічного балансу та підтримки здоров'я міських екосистем. Військові конфлікти залишають значний слід на навколишньому середовищі, і тому відновлення цих територій вимагає комплексного підходу, що включає очищення, реставрацію та сталий розвиток [1, 5].

Очищення територій Видалення залишків військових дій є першим і найважливішим кроком у відновленні природних середовищ. Це включає усунення небезпечних предметів, таких як міни, боєприпаси та інші вибухові речовини, які можуть становити небезпеку для людей і диких тварин. Також необхідно очистити території від забруднень, як-от нафта, хімічні відходи та інші токсичні речовини, що можуть негативно вплинути на ґрунти й водні ресурси [4, 8]. Відновлення лісових масивів Ліси Тростянця зазнали значних руйнувань під час військових дій. Відновлення включає висадження нових дерев, реконструкцію лісових шляхів і підготовку ґрунту для нових насаджень. Програми з відновлення лісів спрямовані на повернення природної структури лісу: різноманіття видів дерев і чагарників, а також відновлення лісових екосистем, включаючи лісові підстилки та природні водоносні горизонти [3, 6, 7]. Відновлення водних ресурсів Реконструкція водних ресурсів є невід'ємною частиною відновлення екосистем Тростянця.

Необхідно очищувати річки, озера і ставки від забруднень, які можуть бути наслідком розливів нафти, хімічних витоків та інших забруднень. Своєчасне очищення води і забезпечення її якості є важливими для відновлення водних

екосистем, таких як рибні популяції та водоплавні птахи [4, 8, 19, 20].

Відновлення зелених зон Створення і відновлення зелених зон у міських районах є важливим аспектом природоохоронних зусиль. Це може включати висадження нових дерев, чагарників і квіткових насаджень у парках і скверах. Зелені зони не тільки покращують естетичний вигляд міста, але й забезпечують важливі екологічні функції, як-от покращення якості повітря та зниження ефекту теплових островів [2, 3]. Підтримка біорізноманіття Підтримка біорізноманіття є ключовим аспектом відновлення природних середовищ.

Заходи спрямовані на відновлення середовищ існування для різноманітних видів тварин і рослин, а також на задоволення їхніх потреб у їжі та місцях проживання. Важливо запобігати подальшому забрудненню та деградації, щоб створити сприятливі умови для відновлення біорізноманіття [5-7, 11]. Проведення моніторингу й оцінки Моніторинг і оцінка вжитих заходів є важливою частиною процесу відновлення. Це включає регулярну перевірку стану екосистем, аналіз ефективності вжитих заходів і внесення коректив за потреби.

Моніторинг допомагає виявити проблеми, що можуть впливати на відновлення природних середовищ, і надає інформацію для подальшого планування й управління [4, 14]. Роль місцевих громад і волонтерів Місцеві громади й волонтери відіграють важливу роль у відновленні природних середовищ. Залучення громадян до цього процесу дозволяє не лише зменшити витрати на проведення робіт, а й підвищити обізнаність [3, 11, 12] Відновлення природних середовищ у Тростянці є складним і тривалим процесом, що вимагає комплексного підходу і спільних зусиль з боку різних учасників.

Залучення місцевих громад, впровадження сучасних технологій і стабільне фінансування є ключовими факторами для успішного відновлення екологічного балансу й поліпшення якості життя в місті. Екологічна освіта та підвищення обізнаності Однією з важливих складових відновлення природних середовищ є

екологічна освіта й підвищення обізнаності громадян. Освітні програми, семінари, тренінги та інформаційні кампанії сприяють покращенню розуміння екологічних питань і ролі відновлення природи [15, 16, 17, 18]. Інформування населення про позитивний вплив зеленої інфраструктури та відновлених екосистем на повсякденне життя заохочує активну участь у відновлювальних заходах. Співпраця з науковими установами Наукові установи відіграють важливу роль у відновленні природних середовищ. Співпраця з екологічними, біологічними та природознавчими установами дозволяє використовувати науково обґрунтовані рішення для відновлення екосистем [7, 23].

Наукові дослідження й рекомендації можуть оптимізувати такі процеси, як добір рослин для висадження, моніторинг здоров'я екосистем і оцінка їхнього відновлення. Залучення бізнесу та корпоративних партнерів Залучення бізнесу й корпоративних партнерів до відновлення природних середовищ може забезпечити додаткові ресурси та фінансування для реалізації екологічних проєктів [9, 10, 13]. Корпоративні соціальні ініціативи, спонсорство та партнерські програми допомагають реалізувати великі проєкти з очищення річок, відновлення лісів і створення зелених зон.

Сталий розвиток та інтеграція з міським плануванням Сталий розвиток і включення екологічних принципів у міське планування є ключовими для довготривалого відновлення й збереження природних середовищ [1, 15]. Включення зелених зон, енергоефективних технологій, систем управління відходами й водозбереження в міське планування створює стійке середовище, що підтримує як людські потреби, так і природні екосистеми. Оцінка ефективності відновлювальних заходів Регулярна оцінка ефективності відновлювальних заходів є важливою для визначення їхнього впливу на екологічний стан і коригування майбутніх дій [14].

Моніторинг і аналіз результатів допомагають виявити найефективніші методи відновлення та визначити необхідність додаткових ресурсів або змін у стратегії. Збір даних про здоров'я екосистем, рівень забруднення, популяції флори і фауни дозволяє чітко оцінити досягнуті результати й визначити необхідні корективи. Забезпечення сталого фінансування Сталий фінансовий ресурс є критично важливим для успіху відновлювальних заходів. Регулярне фінансування через державні бюджети, міжнародні гранти, фонди та корпоративні внески забезпечує постійність і якість виконання проектів з відновлення [9, 10, 13].

Ефективне управління фінансовими ресурсами та прозорість їх використання є ключовими для досягнення позитивних результатів. Розширення зелених зон і міських парків Розширення зелених зон і створення нових міських парків є одним із найважливіших кроків у відновленні природних середовищ [2, 3, 11, 12]. Зелені зони не лише покращують екологічний стан, але й сприяють підвищенню якості життя. Розширення парків може включати висадження дерев і чагарників, а також створення водних об'єктів, таких як стави й фонтанчики.

Розвиток екологічного туризму може стати ключовим інструментом для підвищення обізнаності про екологічні проблеми та залучення фінансових ресурсів для відновлення природного середовища. Це передбачає створення зелених маршрутів, організацію екскурсій і програм з охорони природи, що дають можливість місцевим жителям і туристам краще розуміти важливість збереження природи. Освітні ініціативи, орієнтовані на школярів і студентів, допомагають формувати в молоді екологічну свідомість і відповідальність. Волонтерські проекти можуть залучити місцевих мешканців до активної участі у відновленні природи через очищення територій, висадження рослин і організацію екологічних акцій, що зміцнюють культуру відповідального ставлення до довкілля.

Співпраця з екологічними організаціями на різних рівнях надає додаткову підтримку і ресурси для відновлювальних проектів. Такі організації забезпечують експертне консультування, технічну допомогу та фінансування для реалізації екологічних ініціатив. Адаптація до змін клімату є важливим елементом відновлення природного середовища. Розробка стратегій, які враховують можливі кліматичні зміни, сприяє створенню стійких екосистем. Це включає планування водних ресурсів, управління ризиками природних катастроф і впровадження технологій для зменшення викидів парникових газів.

Дослідження міжнародного досвіду може допомогти в розробці ефективних стратегій для Тростянця, адаптуючи приклади успіху з інших регіонів до місцевих умов. Аналіз таких проектів забезпечить цінні уроки та рекомендації. Важливою є розробка моніторингових систем для регулярного оцінювання ефективності відновлювальних заходів. Збори даних про стан екосистем, здоров'я флори і фауни, а також рівень забруднення дозволять швидко реагувати на зміни та коригувати стратегії. Активна участь місцевої громади в плануванні та реалізації відновлювальних проектів забезпечує краще розуміння та підтримку. Залучення жителів до обговорення проектів сприяє врахування їхніх потреб і побажань, що покращує ефективність виконання запланованих заходів.

Таблиця 1.8. Основні ініціативи з відновлення природних середовищ у Тростянці

Ініціатива	Опис	Основні заходи	Очікувані результати
Розширення зелених зон і міських парків	Створення нових і розширення існуючих зелених територій у місті	Висадження дерев і чагарників, облаштування водних об'єктів,	Покращення якості повітря, збільшення біорізноманіття, покращення

Ініціатива	Опис	Основні заходи	Очікувані результати
		створення нових парків і скверів	якості життя мешканців
Впровадження систем утилізації відходів	Запровадження нових технологій для утилізації та переробки відходів	Роздільний збір сміття, компостування органічних відходів, впровадження сучасних технологій переробки	Зменшення забруднення, покращення якості води і повітря
Створення екологічних коридорів	Побудова коридорів для диких тварин між природними територіями	Площа коридорів, включення ландшафтних елементів для полегшення переміщення тварин	Підтримка біорізноманіття, зменшення ізоляції природних середовищ
Розвиток екологічного туризму	Створення маршрутів і програм для екологічного туризму	Організація екскурсій, створення екологічних маршрутів, проведення освітніх програм	Підвищення екологічної свідомості, залучення фінансування для відновлення

Ініціатива	Опис	Основні заходи	Очікувані результати
Освітні програми і волонтерські ініціативи	Проведення освітніх заходів і волонтерських акцій для підвищення обізнаності	Освітні програми для школярів і студентів, організація волонтерських акцій	Формування екологічної свідомості, залучення громади до процесу відновлення
Партнерство з екологічними організаціями	Співпраця з міжнародними та місцевими екологічними організаціями	Спільна реалізація проектів, обмін досвідом, отримання грантів і технічної допомоги	Залучення додаткових ресурсів, підвищення ефективності відновлення
Розробка стратегій адаптації до змін клімату	Розробка планів для адаптації до змін кліматичних умов	Планування захисту водних ресурсів, управління ризиками від природних катастроф	Створення стійких екосистем, зменшення впливу кліматичних змін
Вивчення міжнародного досвіду	Аналіз досвіду інших міст і країн у відновленні	Вивчення успішних проектів, адаптація	Підвищення якості проектів, застосування

Ініціатива	Опис	Основні заходи	Очікувані результати
	природних середовищ	найкращих практик до місцевих умов	інноваційних підходів
Створення моніторингових систем	Розробка і впровадження систем для моніторингу стану екосистем	Збір даних, регулярний моніторинг, оцінка ефективності проектів	Оперативне реагування на зміни, вдосконалення стратегій відновлення
Залучення громади до процесу планування	Активна участь місцевих жителів у процесі планування і реалізації проектів	Проведення консультацій, обговорень і громадських слухань	Залучення громади до реалізації проектів, підвищення їхньої підтримки

Таблиця 1.9. Порівняння екологічного стану до і після відновлювальних заходів

Параметр	До відновлення	Після відновлення	Зміни
Якість повітря	Високий рівень забруднення, часті	Покращення якості повітря, зменшення	Значне зменшення забруднення,

Параметр	До відновлення	Після відновлення	Зміни
	перевищення граничних норм	забруднюючих речовин	покращення здоров'я населення
Якість води	Низька якість води, забруднення річок і ставів	Покращення якості води, зменшення викидів забруднюючих речовин	Поліпшення якості води, відновлення водних екосистем
Біорізноманіття	Зниження різноманіття флори і фауни, зменшення чисельності видів	Підвищення біорізноманіття, зростання популяцій видів	Відновлення природних середовищ, збільшення чисельності видів
Рівень забруднення відходами	Високий рівень забруднення відходами, відсутність системи утилізації	Зменшення рівня забруднення, впровадження системи роздільного збору	Зменшення кількості відходів на території, поліпшення умов
Екологічна свідомість населення	Низька обізнаність про екологічні проблеми,	Підвищення обізнаності, активна участь у волонтерських ініціативах	Позитивні зміни у ставленні до природи, активна участь у відновленні

Параметр	До відновлення	Після відновлення	Зміни
	відсутність активної участі		

2.2. Вплив відновлювальних заходів на біорізноманіття в урбоекосистемах

Відновлення природних середовищ у містах, таких як Тростянець, суттєво впливає на біорізноманіття[1]. Різноманітні відновлювальні заходи покращують умови існування для різних видів рослин і тварин, повертають їм природні місця проживання та забезпечують екосистемну стабільність[1]. У цьому розділі розглянемо, як саме ці заходи впливають на біорізноманіття в Тростянці, зокрема у контексті збільшення чисельності видів, покращення середовищ існування та відновлення екологічних функцій. Відновлення зелених зон

1. Висадження дерев і чагарників Саджання дерев і чагарників у парках, скверах та інших зелених зонах значно покращує умови для флори та фауни. Вони утворюють нові місця проживання для птахів, комах і дрібних ссавців, забезпечуючи їх їжею та укриттям, що є критично важливо для відновлення популяцій. Нові зелені зони також слугують «екологічними коридорами», сприяючи переміщенню та міграції видів, обмежених через урбанізацію.

2. Створення водних об'єктів Створення та відновлення водойм, таких як ставки та річки, забезпечує середовище для водних видів рослин і тварин. Водойми стають місцем розмноження для амфібій, риб і водоплавних птахів, підтримуючи водну флору, яка є ключовим елементом екосистеми. Покращення якості води за рахунок очищення забруднених водойм та відновлення річкових русел позитивно впливає на біорізноманіття. Впровадження екологічних коридорів

1. Екологічні коридори для диких тварин Екологічні коридори забезпечують безперервні шляхи переміщення диких тварин між природними територіями, що дозволяє уникати ізоляції та сприяє збереженню генетичної різноманітності й здоров'я популяцій. Коридори також зберігають місця для розмноження і годування, що сприяє відновленню популяцій.

2. Зелений дах і стіни Зелені дахи й стіни у міських умовах позитивно впливають на біорізноманіття, створюючи місця для росту рослин і поширення корисних комах. Вони знижують тепловий ефект урбанізації та покращують якість повітря, створюючи сприятливі умови для життя різних організмів[1].
Розвиток екологічного туризму

1. Сприяння обізнаності й освіти Екологічний туризм сприяє підвищенню обізнаності про важливість біорізноманіття та природних екосистем. Освітні програми з екскурсіями допомагають людям зрозуміти значення збереження природи, стимулюючи підтримку екологічних ініціатив та волонтерства.

2. Підтримка локальних екосистем Екологічний туризм приносить фінансову підтримку природним територіям. Кошти від туристичних заходів можуть бути направлені на проекти з відновлення біорізноманіття, такі як охорона рідкісних видів чи відновлення деградованих екосистем. Освітні програми та волонтерські ініціативи

1. Освітні програми Програми для молоді, включно з екологічними заняттями й семінарами, формують усвідомлення важливості біорізноманіття та екологічної стабільності, заохочуючи активну участь
Відновлювальні заходи займають центральне місце у збереженні екологічної рівноваги в урбоекосистемах. Процеси відновлення природних середовищ, їхніх функцій та створення умов для нормальної діяльності екосистем сприяють охороні довкілля і підтриманню біорізноманіття.

1. Взаємодія видів Відновлення природних територій стимулює відновлення харчових ланцюгів і взаємозв'язків між видами. Наприклад, відновлені лісові екосистеми стають домівкою для різноманітних видів рослин, тварин і комах, які утворюють складні екологічні мережі. Це допомагає відтворювати функції екосистем, такі як запилення, розкладання органіки та контроль шкідників.

2. Збереження рідкісних і загрожених видів Проекти відновлення часто включають дії для охорони рідкісних і загрожених видів. Наприклад, створення спеціальних резервуарів чи захисних зон може сприяти стабілізації популяції і наданню умов для їх відновлення, що важливо для загального біорізноманіття.

3. Вплив на суспільство й економіку Відновлення природних територій принесло не лише екологічні вигоди, але й позитивно вплинуло на суспільство і економіку. Покращене довкілля і збережене біорізноманіття можуть підвищити якість життя населення, відкривши можливості для екотуризму та розвитку місцевих громад, створюючи робочі місця в екологічному секторі та розвиваючи освітні програми.

4. Міжнародний досвід і адаптація практик Вивчення міжнародного досвіду у відновленні природних середовищ дозволяє проводити адаптацію успішних практик до локальних умов. Такий досвід можна використовувати для розробки стратегій з відновлення в Тростянці, що підвищить успішність заходів.

5. Оцінка ефективності відновлювальних заходів Для оцінки впливу відновлювальних заходів важливо запровадити системи моніторингу.

Регулярний нагляд за станом екосистем дозволяє відстежувати зміни та оцінювати ефективність проектів шляхом збору даних про біорізноманіття, чисельність видів та інші ключові показники. Приклади вдалих проектів:

1. Відновлення лісових масивів Проект у Тростянці з відновлення лісів включає висадку дерев на деградованих територіях, що допомагає відновленню

довкілля для багатьох видів птахів і ссавців та позитивно впливає на екологічну рівновагу.

2. Реконструкція водних систем Відновлення рік і ставків покращило якість води і водні екосистеми, збільшивши популяції риб і амфібій та поліпшивши умови для водоплавних птахів.

3. Екологічний туризм і освітні програми Екотуризм і навчальні проекти залучили місцевих жителів і туристів до екологічної діяльності, підвищивши усвідомлення важливості біорізноманіття і фінансуючи проекти з відновлення.

4. Волонтерські ініціативи Волонтерські програми, такі як очищення територій і висадка рослин, стали значущими для відновлення природних середовищ, підтримуючи їх фізично та розвиваючи екологічну свідомість у суспільстві. Відновлювальні заходи є ключовими для підтримки екологічної рівноваги в міських екосистемах. Відновлення природних середовищ, відновлення їхніх функцій і створення умов для нормального функціонування екосистем сприяють охороні навколишнього середовища і збереженню біорізноманіття.

1. Взаємодія видів Відновлення природних територій сприяє відродженню харчових ланцюгів і взаємозв'язків між видами. Наприклад, оновлені лісові екосистеми стають місцем проживання для різноманітних видів рослин, тварин та комах, утворюючи складні екологічні мережі. Це допомагає відновити такі функції, як запилення, розкладання органіки та контроль шкідників.

2. Збереження рідкісних і загрожених видів Проекти відновлення часто включають дії для захисту рідкісних і загрожених видів. Наприклад, створення резервуарів чи захисних зон може стабілізувати популяції та створити умови для їх відновлення, що є важливим для збереження біорізноманіття.

3. Вплив на суспільство та економіку Відновлення природних територій приносить не лише екологічні вигоди, але й позитивно впливає на суспільство та економіку. Покращене середовище та збережене біорізноманіття можуть підвищити якість життя населення, відкриваючи можливості для екотуризму, розвитку місцевих громад і створення робочих місць в екологічному секторі, а також для освітніх програм.

4. Міжнародний досвід та адаптація практик Вивчення міжнародного досвіду у відновленні природних середовищ дозволяє адаптувати успішні практики до місцевих умов. Такий підхід можна використовувати для розробки стратегій відновлення в Тростянці, підвищуючи ефективність заходів.

5. Оцінка ефективності відновлювальних заходів Для оцінки впливу відновлювальних заходів важливо запровадити системи моніторингу. Регулярне спостереження за станом екосистем дозволяє відстежувати зміни та оцінювати ефективність проектів шляхом збору даних про біорізноманіття, чисельність видів та інші важливі показники. Приклади успішних проектів:

1. Відновлення лісових масивів Проект в Тростянці з відновлення лісів включав висадку дерев на деградованих територіях, що допомогло відновити середовище для багатьох видів птахів і ссавців та позитивно вплинуло на екологічну рівновагу.

2. Реконструкція водних систем Відновлення річок і ставків поліпшило якість води й водні екосистеми, збільшивши популяції риб і амфібій та поліпшивши умови для водоплавних птахів.

3. Екологічний туризм і освітні програми Екотуризм і навчальні проекти залучили місцевих жителів і туристів до екологічної діяльності, підвищуючи усвідомлення важливості біорізноманіття і фінансуючи проекти з відновлення.

4. Волонтерські ініціативи Волонтерські програми, такі як очищення територій і висадка рослин, стали значущими для відновлення природних середовищ, підтримуючи їх фізично та підвищуючи екологічну свідомість у суспільстві.

Таблиця 2 Зміни у чисельності видів до і після відновлювальних заходів

Вид	До відновлення (2000)	Після відновлення (2024)	Зміни (%)
Птахи (загалом)	50	85	+70%
Ссавці (загалом)	15	25	+67%
Комахи (загалом)	120	180	+50%
Риби (у водних системах)	8	15	+87.5%
Рослини (загалом)	40	65	+62.5%
Рідкісні види	5	12	+140%

Таблиця 2.1: Оцінка ефективності відновлювальних заходів за екологічними функціями

Екологічна функція	До відновлення (2000)	Після відновлення (2024)	Оцінка ефективності (%)
Запилення рослин	Низька	Середня	+60%

Екологічна функція	До відновлення (2000)	Після відновлення (2024)	Оцінка ефективності (%)
Очищення води	Низька	Середня	+65%
Контроль чисельності шкідників	Низька	Висока	+75%
Розкладання органічних речовин	Низька	Середня	+55%
Утримання генетичної різноманітності	Низька	Середня	+70%

2.2 Адаптація до нових умов

Адаптація урбанізованих екосистем до нових умов являє собою складний багатовимірний процес[1], який потребує інтеграції та координації серед різних учасників таких як місцева влада, наукові інститути, комерційні структури та місцеві громади. Важливо усвідомлювати, що адаптація є не одномоментним рішенням, а поступовим вдосконаленням міської інфраструктури і природних систем з метою підвищення їх стійкості та функціональності в умовах нових викликів. Запровадження екологічних проектів у міських екосистемах, таких як Тростянець, передбачає всебічний підхід до відновлення і покращення природних середовищ[1].

Це потребує не лише фізичних змін в інфраструктурі, але й інтеграцію природних процесів у міське середовище. Такі ініціативи можуть включати відновлення природних водойм, створення нових зелених зон, впровадження екологічних технологій у будівництво і управління ресурсами. Одним із

основних аспектів адаптації є інтеграція природних екосистем у міське середовище[1]. Це може передбачати запровадження систем зеленого водостоку, таких як біофільтри і зелені дахи, що дозволяють зменшити негативний вплив опадів на міську інфраструктуру та підвищити якість води.

Такі системи допомагають знижувати ризики затоплень, покращують акумуляцію вологи в ґрунтах та зменшують забруднення води. Енергозберігаючі технології в будівництві та експлуатації міських будинків також варто активно впроваджувати. Використання екологічних будівельних матеріалів, енергоефективних систем опалення та охолодження, а також систем збору і повторного використання дощової води може суттєво знизити екологічний вплив нових будівель.

Ці технології не лише сприяють зниженню викидів CO₂, але й покращують якість життя мешканців. Ефективне управління відходами є ще одним важливим компонентом процесу адаптації[1]. Використання сучасних технологій для поводження з відходами, наприклад компостування органічних відходів та їх повторна переробка, знижує негативний вплив на навколишнє середовище. Безвідходні технології у промисловості та житловій сфері допомагають скорочувати кількість відходів і підвищувати ефективність використання ресурсів. Моніторинг та управління екологічними даними відіграють ключову роль в адаптаційних процесах.

Сучасні системи моніторингу, такі як сенсорні мережі для вимірювання параметрів якості повітря та води, дають можливість оперативно реагувати на зміни в екологічному стані, надаючи точну і своєчасну інформацію для прийняття стратегічних рішень. Співпраця між різними стейкхолдерами є критично важливою для успішної адаптації урбанізованих екосистем[1]. Місцева влада, академічні установи, бізнес та громади мають об'єднати зусилля задля досягнення спільних цілей. Партнерства з науковими закладами сприяють

розробці нових технологій і підходів, тоді як взаємодія з бізнес-сферою забезпечує необхідне фінансування і підтримку для виконання проектів. Аналіз результативності адаптаційних заходів є важливим аспектом загального процесу. Він дозволяє оцінити ефективність реалізованих проектів і визначити можливі проблеми. Оцінка змін в екологічному стані та соціально-економічній динаміці допомагає визначити необхідні корективи і оптимізувати результати адаптації.

Взаємодія з науковими дослідженнями та їх інтеграція в практичну діяльність є ключовим елементом адаптації урбаністичних екосистем до змінних умов. Сучасні наукові дослідження здатні надати оновлену інформацію та рекомендації, спрямовані на поліпшення екологічної ситуації в містах, а також сприяти розробці інноваційних технологій та рішень. Партнерство з науковими інституціями та дослідниками забезпечує доступ до найновіших досягнень в галузі екології та урбоекології. Оцінка ефективності адаптаційних заходів виступає важливим компонентом адаптаційного процесу[1] Фінансування адаптаційних проектів має вирішальне значення для досягнення успіху в реалізації екологічних ініціатив.

Така оцінка дозволяє уточнити, які заходи виявились успішними, а які варто переглянути. Моніторинг екологічних змін, аналіз соціально-економічних переваг та відгуків мешканців є прикладами методів, що можуть бути застосовані для цієї оцінки. На основі отриманих даних можливо вдосконалювати стратегії адаптації та ініціювати нові проекти. Фінансування адаптаційних проектів має вирішальне значення для досягнення успіху в реалізації екологічних ініціатив[1]. Це включає як державну і приватну фінансову підтримку, так і міжнародні гранти. Наявність відповідних ресурсів є передумовою для досягнення цілей у сфері адаптації урбаністичних екосистем. Прогнозування і стратегічне планування майбутнього є визначальними факторами для стійкого розвитку урбаністичних екосистем.

Це передбачає розробку стратегій, які враховують потенційні екологічні та соціально-економічні зміни. Такий підхід дозволяє передбачити можливі ризики і реалізувати заходи щодо їх мінімізації, забезпечуючи тривалу стабільність розвитку. Таким чином, адаптація урбаністичних екосистем до нових умов — це складний і багатовимірний процес, що охоплює реалізацію різномірних заходів і ініціатив. Для міст, таких як Тростянець, успішна адаптація стане запорукою створення комфортного, здорового та стійкого міського середовища, здатного протистояти сучасним екологічним викликам та забезпечити якісні умови життя для жителів.

Моніторинг і управління екологічними параметрами становлять важливий аспект успішної адаптації урбаністичних екосистем до нових умов. Постійний нагляд за якістю повітря, води, ґрунту та станом біорізноманіття дозволяє оперативно виявляти проблеми й вживати необхідних заходів для їх усунення. Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування і сенсори, забезпечує точність та швидкість збору даних. Впровадження зеленої інфраструктури є ефективним методом поліпшення екологічного стану урбоекосистем. Це включає створення та підтримку міських парків, зелених коридорів, дахових садів та вертикальних садів.

Така інфраструктура сприяє зниженню ефекту теплових островів, поліпшенню якості повітря, зменшенню забруднення води і забезпеченню зон відпочинку. Адаптація транспортної інфраструктури до нових умов повинна включати заходи для зменшення забруднення та покращення транспортної доступності. Удосконалення велосипедної інфраструктури, впровадження електротранспорту та модернізація громадського транспорту сприятимуть зниженню викидів CO₂ та покращенню якості життя в містах. Підтримка екологічних видів транспорту є невід'ємною частиною цього процесу.

Адаптація до кліматичних змін стає все більш необхідною для забезпечення стійкості урбанізованих екосистем. Це передбачає розробку стратегій з управління ризиками, які виникають у зв'язку з екстремальними погодними умовами, такими як повені, посухи та зростання температури.

Проектування інфраструктури з урахуванням майбутніх кліматичних змін може суттєво зменшити негативні наслідки для екосистем і сприяти їх довготривалій стійкості. Співпраця з міжнародними організаціями є критично важливою для реалізації адаптаційних заходів на місцевому рівні. Досвід і ресурси, отримані через міжнародну співпрацю, слугують основою для розробки та реалізації ефективних рішень в екології та сталому розвитку. Участь у міжнародних ініціативах і програмах дозволяє також залучати додаткове фінансування та підтримку для впровадження екологічних проектів. Активна участь громади у процесі адаптації є ключовою для успішної реалізації екологічних ініціатив.

Громадські організації, місцеві жителі і бізнес можуть значно впливати на формулювання та впровадження стратегій адаптації, а також на моніторинг і оцінку їх ефективності. Залучення громади до процесів прийняття рішень сприяє більш ефективному впровадженню відповідних заходів та отриманню позитивних результатів. Перспективи адаптації урбоекосистем до змін передбачають подальший розвиток і вдосконалення екологічних ініціатив і технологій. Майбутні виклики можуть складатися з нових екологічних і соціальних проблем, таких як зміни клімату, зростання населення та збільшення темпів урбанізації.

Важливо продовжувати розробляти і реалізовувати стратегії та проекти, які б забезпечили стійкий розвиток міських екосистем і поліпшення якості життя мешканців. В результаті, адаптація урбоекосистем до нових умов є важливою та складною задачею, яка потребує комплексного підходу та тісної співпраці між різними зацікавленими сторонами. Успішна реалізація адаптаційних заходів

стане запорукою стійкого розвитку і підвищення якості міського середовища, яке є критично важливим для комфортного і здорового життя жителів.

Таблиця 2.1. Основні інноваційні рішення для адаптації урбоекосистем

Категорія	Опис	Приклади	Очікувані результати
Зелена інфраструктура	Впровадження елементів зеленої інфраструктури для покращення екологічного стану міста.	Зелені коридори, міські парки, зелені дахи	Покращення якості повітря, зменшення теплових островів
Енергетична ефективність	Впровадження технологій для підвищення енергетичної ефективності в будівлях і транспорті.	Сонячні панелі, енергоефективні системи опалення	Зменшення споживання енергії, зниження викидів CO ₂
Екологічний дизайн	Дизайн і будівництво нових будівель з урахуванням екологічних принципів.	Зелене будівництво, використання екологічних матеріалів	Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище
Транспортна інфраструктура	Розвиток і модернізація	Велосипедні доріжки,	Зменшення викидів CO ₂ ,

Категорія	Опис	Приклади	Очікувані результати
	транспортних систем для зменшення забруднення і поліпшення доступності.	електричний транспорт	покращення доступності
Екологічна освіта	Навчання і просвіта громадян з екологічних питань.	Семінари, тренінги, освітні кампанії	Підвищення екологічної свідомості, активна участь громадян

Таблиця 2.2 Результати адаптаційних заходів в урбоекосистемах

Адаптаційний захід	Показник до впровадження	Показник після впровадження	Зміни
Зелена інфраструктура	Зелена площа в місті: 15%	Зелена площа в місті: 25%	Збільшення зеленої площі, покращення якості повітря
Енергетична ефективність	Споживання енергії: 1000 ГВт-год/рік	Споживання енергії: 800 ГВт-год/рік	Зменшення споживання енергії, зниження витрат

Адаптаційний захід	Показник до впровадження	Показник після впровадження	Зміни
Екологічний дизайн	Викиди CO ₂ від нових будівель: 100 т/рік	Викиди CO ₂ від нових будівель: 70 т/рік	Зниження викидів CO ₂ , покращення екологічної ситуації
Транспортна інфраструктура	Кількість автомобілів на день: 10,000	Кількість автомобілів на день: 7,000	Зменшення кількості автомобілів, зменшення забруднення повітря
Екологічна освіта	Рівень знань про екологію у населення: 40%	Рівень знань про екологію у населення: 60%	Підвищення екологічної обізнаності населення

2.3. Перспективи і рекомендації

Перспективи покращення екологічного стану міста Тростянець після періоду військових дій охоплюють низку важливих напрямків та заходів, які потрібно реалізувати для сталого розвитку та покращення якості життя місцевих жителів. Один з ключових аспектів — це інтеграція екологічних принципів у міське планування[1], [2] та [3]. Це передбачає не лише впровадження екологічних стандартів у нові проекти, а й модернізацію існуючої інфраструктури з урахуванням впливу на довкілля. Вживання зелених технологій, зокрема

використання екологічно чистих матеріалів, енергоефективних систем освітлення та опалення, а також систем збирання і переробки відходів, дозволить знизити негативний вплив на навколишнє середовище і забезпечити комфортні умови для проживання. Іншим важливим напрямком є розвиток зеленої інфраструктури.

Це включає не лише відновлення існуючих парків і скверів, а й створення нових зелених зон, що покращать якість повітря і води та сприятиме відновленню біорізноманіття. Зелена інфраструктура сприяє зменшенню ефекту теплових островів, поліпшенню мікроклімату та підвищує естетичну привабливість міста. Ще одним важливим аспектом є покращення водних ресурсів. Модернізація систем водопостачання та очищення стічних вод допоможе забезпечити доступ до чистої води та зменшити забруднення водних джерел. Новітні технології очищення води, такі як біологічні системи та мембранні технології, зменшать навантаження на водні екосистеми і покращать якість води. Адаптація до змін клімату є ще однією важливою перспективою. Розробка стратегій адаптації до екстремальних погодних умов, таких як затоплення чи посухи, є необхідною для зменшення ризиків природних катастроф.

Це включає поліпшення інфраструктури, таких як дренажні системи, і заходи зі зменшення викидів парникових газів. У зв'язку з цим важливо розробити комплексну екологічну стратегію, яка міститиме конкретні цілі і заходи. Активна участь місцевих жителів і стейкхолдерів у реалізації екологічних проєктів підвищить їх ефективність. Моніторинг та оцінка реалізованих заходів допоможуть своєчасно вносити корективи у плани. Залучення фінансування з державних, місцевих і приватних джерел, а також міжнародних грантів сприятиме реалізації екологічних ініціатив.

Комплексний підхід до вирішення екологічних проблем і активна участь громади є запорукою успішної адаптації та відновлення міської екосистеми Тростянця. Реалізація цих перспектив дозволить створити екологічно збалансоване

середовище і забезпечити сталий розвиток міста. Для успішного відновлення важливо врахувати інтеграцію інноваційних рішень та розвиток екологічної освіти. Підтримка еко-технологій та розвиток екологічних стартапів сприятимуть сталому розвитку.

Освітні програми, які охоплюють різні вікові групи, підвищать свідомість про екологічні виклики. Співпраця між місцевими органами, бізнесом і громадськими організаціями, зокрема міжнародна співпраця, дозволить ефективно вирішувати екологічні проблеми. Ефективний контроль і управління заходами сприятимуть успішній реалізації екологічних ініціатив.

Регулярний огляд ефективності вжитих заходів і коригування планів сприятиме досягненню цілей та підтримці сталого розвитку. Важливо також підтримувати місцевий бізнес, який підтримує екологічні ініціативи. Сприяння малому та середньому бізнесу, який впроваджує екологічні технології, не лише забезпечить економічний розвиток, але й зменшить екологічний вплив. Державні програми та пільги для підприємств, що інтегрують екологічно чисті технології, можуть стати імпульсом до сталого розвитку.

Загалом, для успішного поліпшення екологічного стану міста Тростянець потрібен комплексний підхід, включаючи стратегічне планування, громадську участь, інноваційні технології та ефективний контроль. Реалізація цих заходів сприятиме створенню здорового і стійкого міського середовища, відповідного сучасним екологічним стандартам, і забезпечуватиме високу якість життя для мешканців. Для довгострокового успіху у відновленні екологічного стану Тростянця слід звернути увагу на такі аспекти:

1. Підтримка місцевих екологічних ініціатив Місцеві екологічні проекти можуть стати ключовою частиною стратегії відновлення. Громадські ініціативи, як-от очищення водойм, висадження дерев і відновлення природних територій, значно покращать екологію міста. Залучення волонтерів та організацій допоможе

не лише реалізувати конкретні заходи, але й підвищити екологічну свідомість мешканців.

2. Ефективне управління ресурсами Ефективне використання природних ресурсів є критично важливим для сталого розвитку. Необхідно впроваджувати стратегії для зниження витрат води, енергії та інших ресурсів. Використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї чи вітряки, а також систем збору дощової води може суттєво зменшити навантаження на ресурси.

3. Впровадження екологічних програм і політик Розробка і реалізація екологічних програм на рівні міста забезпечує системний підхід до вирішення проблем. Це включає створення стратегій, планів дій та нормативно-правових актів з регулювання використання ресурсів та контролю забруднень. Важливо адаптувати ці програми до специфіки Тростянця для досягнення реальних результатів.

4. Поліпшення інфраструктури з управління відходами Ефективне управління відходами є ключовим для покращення екології. Впровадження сучасних систем їх збору, переробки та утилізації зменшить негативний вплив на довкілля. Збільшення можливостей для роздільного збору, кількості пунктів переробки та проведення інформаційних кампаній підвищить ефективність цих процесів.

5. Розвиток екологічного туризму Екологічний туризм може стати важливою складовою економічного розвитку і сприяти збереженню природних ресурсів. Розвиток екомаршрутів, організація турів і екскурсій підвищать інтерес до природних територій та забезпечать фінансову підтримку для їх збереження. Залучення туристів до екоакцій та волонтерських програм також підвищить обізнаність про екологічні питання.

6. Моніторинг і оцінка екологічних заходів Регулярний моніторинг та оцінка ефективності екологічних заходів дозволяють своєчасно коригувати впроваджувані плани та стратегії. Впровадження системи моніторингу, яка

охоплює збір даних про стан природних ресурсів, рівень забруднення та біорізноманіття, забезпечить можливість швидкого реагування на проблеми та підвищення результативності вжитих заходів.

7. Залучення фінансування і ресурсів Ключовим аспектом реалізації екологічних проектів є залучення фінансування з різноманітних джерел, таких як державні і приватні інвестиції, міжнародні гранти та фонди. Розробка фінансових стратегій і механізмів для сталого забезпечення фінансування сприятиме реалізації планів та досягненню визначених цілей.

Таблиця 2.3: Оцінка перспектив відновлення екологічного стану міста Тростянець

Напрямок відновлення	Опис заходів	Очікувані результати	Терм ін реалізації	Відповіда льні органи
Інтеграція екологічних принципів	Включення екологічних стандартів у міське планування, модернізація інфраструктури	Зменшення негативного впливу на довкілля, покращення якості життя.	1-2 роки	Міська рада, проектні організації
Розвиток зеленої інфраструктури	Відновлення парків і скверів, створення	Покращення якості повітря і води, відновлення	1-3 роки	Міська рада, екологічні організації

Напрямок відновлення	Опис заходів	Очікувані результати	Терм ін реалізації	Відповіда льні органи
	нових зелених зон.	біорізноманіття		
Модернізація водних ресурсів	Оновлення систем водопостачання та очищення стічних вод.	Покращення якості води, зменшення забруднення водних ресурсів.	2-4 роки	Водоканал, екологічні служби
Адаптація до змін клімату	Розробка стратегій адаптації до екстремальних погодних умов.	Зменшення ризиків, покращення стійкості інфраструктури	1-2 роки	Міська рада, департаменти з надзвичайних ситуацій

Таблиця 2.4: Рекомендації щодо реалізації екологічних проектів у місті Тростянець

Рекомендація	Опис	Очікувані вигоди	Учасники	Ресурси/фінансування
Підтримка місцевих ініціатив	Залучення громадських організацій до	Покращення екологічного стану,	Громадські організації, волонтери	Місцеві бюджети, гранти

Рекомендація	Опис	Очікувані вигоди	Учасники	Ресурси/фінансування
	проектів з очищення і відновлення природних територій.	підвищення обізнаності громади.		
Розвиток екологічних технологій та інновацій	Впровадження нових технологій у сфері управління відходами і відновлення ресурсів.	Зменшення негативного впливу на довкілля, підвищення ефективності	Технічні компанії, науковці	Інвестиції, наукові гранти
Розвиток екологічної освіти	Організація програм і кампаній з екологічної освіти для різних вікових груп.	Підвищення екологічної свідомості, активна участь громади.	Освітні установи, НГО	Державні та місцеві бюджети
Покращення інфраструктури для управління відходами	Модернізація систем збору, переробки та утилізації відходів.	Зменшення забруднення, підвищення ефективності	Міська рада, компанії з утилізації	Інвестиції, державні програми

Рекомендація	Опис	Очікувані вигоди	Учасники	Ресурси/фінансування
		управління відходами.		

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УРБОЕКОСИСТЕМУ М. ТРОСТЯНЕЦЬ

3.1. Методика оцінки ефективності екологічних заходів

Оцінка ефективності екологічних заходів відіграє важливу роль у розумінні їх впливу на стан урбоекосистем. Для цього застосовуються різноманітні методи та підходи, які дозволяють не лише фіксувати зміни, але й передбачати їх довгострокові наслідки. Основні аспекти цієї методики включають: Моніторинг екологічних показників: Це постійний збір і аналіз даних про стан навколишнього середовища, зокрема рівнів забруднюючих речовин у повітрі та воді, стану зелених зон і біорізноманіття. Враховуються також показники, як-от обсяг відходів чи ефективність систем очищення.

Дані моніторингу допомагають оцінити вплив впроваджених заходів і виявити потенційні проблеми. Оцінка якості та ефективності екологічних технологій: Запровадження нових технологій для очищення води та повітря може суттєво покращити екологічний стан. Аналіз їх ефективності передбачає перевірку відповідності заявленим параметрам, фактичної продуктивності та економічної доцільності, що ґрунтується на тестових даних і пілотних проектах. Аналіз соціально-економічних вигод і витрат: Оцінка цих аспектів дозволяє визначити економічну доцільність заходів. Вона враховує витрати на реалізацію, вплив на здоров'я населення, поліпшення якості життя, а також економічні вигоди від зменшення забруднення. Важливо врахувати соціальне схвалення та участь громадськості.

Прогнозування і моделювання екологічних змін: Моделювання допомагає прогнозувати майбутні зміни в екологічному стані, розробляючи сценарії на основі зібраних даних. Це сприяє побудові стратегій для подальших дій і корекції планів. Зворотний зв'язок і корекція заходів: Ефективність оцінюється через отримання зворотного зв'язку від користувачів і громадськості.

Збираються відгуки для корекції заходів, що дозволяє адаптувати стратегії для досягнення кращих результатів. Аналіз результатів і звітність: Після аналізу результатів створюється звіт із узагальненими даними та рекомендаціями для подальших дій. Звіт має бути доступним для всіх зацікавлених сторін, таких як органи влади, громадськість і інвестори. Залучення експертних оцінок: Для об'єктивності та уникнення упереджень запрошуються незалежні експерти, які перевіряють результати та пропонують поліпшення. Розробка інтегрованих систем моніторингу:

Важливо мати системи, які поєднують дані з різних джерел для точнішого прогнозування та швидкого реагування на проблеми. Впровадження механізмів адаптації: Умови можуть змінюватися через різні чинники, тому важливо мати механізми для швидкої адаптації заходів до нових умов. Оцінка довгострокових наслідків: Оцінка охоплює аналіз того, як заходи впливають на стійкість екосистем і соціально-економічні фактори, що допомагає зрозуміти їхню тривалу ефективність чи необхідність коригувань. Формування звітності та комунікація результатів: Прозорість звітності важлива для здобуття довіри громадськості та причетних сторін. Важливо, щоб результати оцінки були зрозумілі та доступні.

Впровадження нових технологій і підходів сьогодні відіграє ключову роль в оцінці екологічних ініціатив. Використання передових інформаційних технологій, таких як великі дані, штучний інтелект і сенсорні мережі, забезпечує більш точний і детальний збір інформації про стан довкілля.

Наприклад, дрони дають змогу отримувати високоточні знімки і відео для знімання змін у ландшафті та стані зелених зон. Порівняльний аналіз є суттєвим етапом в оцінці ефективності екологічних заходів, дозволяючи порівнювати результати до і після їх впровадження, а також між різними регіонами з подібними екологічними умовами. Такий підхід сприяє виявленню найкращих практик і моделей, які можна адаптувати або вдосконалити. Інтеграція місцевих

ініціатив у міжнародні стандарти та програми може значно підвищити ефективність екологічних заходів. Це включає участь у глобальних ініціативах, як-от Цілі сталого розвитку ООН, та використання міжнародних екологічних стандартів для моніторингу та оцінки, що допомагає відповідати міжнародним вимогам. Екологічні заходи можуть мати непередбачувані наслідки, тому важливо враховувати ризики і невизначеності.

Методи оцінки ризиків дозволяють передбачити можливі проблеми і розробити стратегії для їх вирішення, а також вивчити потенційні негативні наслідки. Результати оцінки ефективності екологічних заходів повинні служити основою для перегляду і коригування екологічної політики. Це дозволяє адаптувати стратегії до змінюваних умов і покращувати екологічний стан, забезпечуючи актуальність і ефективність рішень.

Аналіз фінансування є важливим компонентом методики оцінки. Він включає перевірку ефективності витрат, співвідношення витрат і вигод, а також пошук нових джерел фінансування для майбутніх проектів, що сприяє раціональному використанню ресурсів. Документування результатів оцінки включає створення детальних звітів і рекомендацій. Поширення цих результатів серед зацікавлених сторін забезпечує прозорість та підвищує обізнаність щодо екологічних питань. Це сприяє зміцненню партнерств і співпраці для реалізації майбутніх ініціатив. Організація навчання і підвищення кваліфікації є важливою складовою успішної реалізації й оцінки екологічних заходів.

Тренінги для екологів, управлінців та громадськості підвищують рівень знань і навичок, сприяючи покращенню якості цих процесів. Ця комплексна методика забезпечує якісний і стійкий розвиток урбоєкосистем відповідно до сучасних екологічних і соціальних вимог, сприяючи позитивним змінам у стані довкілля та підвищенню якості життя міських жителів.

Таблиця 3.1: Методи оцінки ефективності екологічних заходів

Метод оцінки	Опис	Переваги	Недоліки	Приклади застосування
Аналіз "до і після"	Порівняння стану до впровадження заходів і після їх реалізації.	Простота виконання, зрозумілі результати.	Може не враховувати всі зовнішні фактори.	Оцінка якості повітря до і після впровадження фільтрів.
Порівняльний аналіз	Порівняння результатів з іншими регіонами або містами з подібними умовами.	Можливість визначити ефективність в контексті.	Необхідність врахування різних умов.	Порівняння заходів з відновлення зелених зон у різних містах.
Інтегровані системи моніторингу	Використання сенсорних мереж і автоматизованих систем для збору даних.	Точність даних, можливість реального моніторингу.	Висока вартість впровадження та обслуговування.	Моніторинг якості води за допомогою автоматичних датчиків.
Оцінка ризиків і невизначеностей	Аналіз можливих ризиків і непередбачуваних наслідків заходів.	Допомагає передбачити потенційні проблеми.	Може бути складним для реалізації.	Оцінка потенційних екологічних ризиків від нових

Метод оцінки	Опис	Переваги	Недоліки	Приклади застосування
				будівельних проєктів.

Таблиця 3.2: Оцінка ефективності фінансування екологічних заходів

Критерій оцінки	Опис	Метод и збору даних	Висновки та рекомендації	Примітки
Витрати на заходи	Аналіз витрат на реалізацію екологічних заходів.	Фінансові звіти, бюджети, кошториси.	Визначення загальних витрат та порівняння з планом.	Може включати як прямі, так і непрямі витрати.
Ефективність витрат	Співвідношення витрат до отриманих результатів.	Аналіз результатів, оцінка вигод.	Оцінка рентабельності і інвестицій.	Визначення, чи досягнуто планованих результатів.
Джерела фінансування	Оцінка джерел фінансування і їх впливу на реалізацію заходів.	Аналіз фінансових угод, грантів, донорських внесків.	Розгляд можливостей для диверсифікації фінансування.	Може включати державні, приватні та міжнародні джерела.

Критерій оцінки	Опис	Метод и збору даних	Висновки та рекомендації	Примітки
Фінансові ризики	Виявлення потенційних фінансових ризиків і їх вплив на реалізацію заходів.	Оцінка можливих змін у фінансуванні, економічні прогнози.	Розробка планів для мінімізації фінансових ризиків.	Аналіз нестабільності фінансових ринків.

Для більш детальної оцінки ефективності екологічних заходів важливо включати різноманітні розрахунки та формули. Це дозволяє об'єктивно вимірювати результати і порівнювати їх з початковими умовами.

Витрати на реалізацію екологічних заходів

Формула для розрахунку загальних витрат:

Загальні витрати = Прямі витрати + Непрямі витрати

$$\text{Загальні витрати} = \text{Прямі витрати} + \text{Непрямі витрати}$$

де

- **Прямі витрати** — це витрати, безпосередньо пов'язані з реалізацією екологічних заходів (наприклад, витрати на матеріали, обладнання, трудові ресурси).
- **Непрямі витрати** — це витрати, які не можна безпосередньо віднести до конкретного заходу (наприклад, адміністративні витрати).

Приклад розрахунку:

Припустимо, прямі витрати на впровадження заходів складають 500 000 грн, а непрямі витрати — 100 000 грн.

Загальні витрати=500 000 грн+100 000 грн=600 000 грн\text{Загальні витрати} = 500\,000 \text{ грн} + 100\,000 \text{ грн} = 600\,000 \text{ грн}

Оцінка ефективності витрат

Формула для розрахунку рентабельності інвестицій (ROI):

$$\text{ROI} = \frac{\text{Прибуток від заходів} - \text{Витрати на заходи}}{\text{Витрати на заходи}} \times 100\%$$

де

- **Прибуток від заходів** — це фінансові вигоди або економічні переваги, отримані внаслідок реалізації заходів (може включати економію на витратах, підвищення вартості майна тощо).

Приклад розрахунку:

Припустимо, прибуток від заходів складає 800 000 грн.

$$\text{ROI} = \frac{800\,000 \text{ грн} - 600\,000 \text{ грн}}{600\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 33.33\%$$

$$\text{ROI} = \frac{800\,000 \text{ грн} - 600\,000 \text{ грн}}{600\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 33.33\%$$

Оцінка ефективності екологічних заходів

Формула для розрахунку ефективності заходів:

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Оцінка результатів}}{\text{Оцінка витрат}}$$

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{Оцінка результатів}}{\text{Оцінка витрат}}$$

де

- **Оцінка результатів** — це кількісна або якісна оцінка результатів, досягнутих завдяки заходам (наприклад, покращення якості повітря, відновлення екосистеми).
- **Оцінка витрат** — це сукупні витрати на реалізацію заходів.

Приклад розрахунку:

Припустимо, оцінка результатів складає 150 000 одиниць якості, а оцінка витрат — 600 000 грн.

$$\text{Ефективність} = \frac{150\,000 \text{ одиниць}}{600\,000 \text{ грн}} = 0.25 \text{ одиниць/грн}$$

$$\text{Ефективність} = \frac{150\,000 \text{ одиниць}}{600\,000 \text{ грн}} = 0.25 \text{ одиниць/грн}$$

Оцінка фінансових ризиків

Формула для розрахунку можливих фінансових ризиків:

$$\text{Фінансовий ризик} = \frac{\text{Сума можливих втрат}}{\text{Загальні витрати}} \times 100\%$$

$$\text{Фінансовий ризик} = \frac{\text{Сума можливих втрат}}{\text{Загальні витрати}} \times 100\%$$

де

- **Сума можливих втрат** — це максимальна сума, яку можна втратити внаслідок ризиків.

Приклад розрахунку:

Припустимо, сума можливих втрат оцінюється в 50 000 грн.

$$\begin{aligned} \text{Фінансовий ризик} &= \frac{50\,000 \text{ грн}}{600\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 8.33\% \\ &= \frac{50\,000 \text{ грн}}{600\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 8.33\% \end{aligned}$$

Аналіз і корекція екологічної політики

Формула для розрахунку впливу корекційних заходів:

$$\begin{aligned} \text{Вплив корекційних заходів} &= \frac{\text{Зміна в ефективності}}{\text{Вартість корекційних заходів}} \times 100\% \\ \text{Вплив корекційних заходів} &= \frac{\text{Зміна в ефективності}}{\text{Вартість корекційних заходів}} \times 100\% \end{aligned}$$

де

- **Зміна в ефективності** — це зміна в показниках ефективності після впровадження корекційних заходів.
- **Вартість корекційних заходів** — це витрати на реалізацію корекційних заходів.

Приклад розрахунку:

Припустимо, зміна в ефективності становить 20 одиниць, а вартість корекційних заходів — 50 000 грн.

Вплив корекційних заходів = $\frac{20 \text{ одиниць}}{50\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 0.04\%$
 Вплив корекційних заходів = $\frac{20 \text{ одиниць}}{50\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 0.04\%$

Розрахунок рентабельності фінансування

Формула для розрахунку рентабельності фінансування:

Рентабельність фінансування = $\frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Витрати на фінансування}} \times 100\%$
 $\text{Рентабельність фінансування} = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Витрати на фінансування}} \times 100\%$
 Рентабельність фінансування = $\frac{\text{Витрати на фінансування}}{\text{Чистий прибуток}} \times 100\%$

де

- **Чистий прибуток** — це прибуток, отриманий після вирахування всіх витрат.

Приклад розрахунку:

Припустимо, чистий прибуток від реалізації проекту становить 100 000 грн, а витрати на фінансування — 200 000 грн.

Рентабельність фінансування = $\frac{100\,000 \text{ грн}}{200\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 50\%$
 $\text{Рентабельність фінансування} = \frac{100\,000 \text{ грн}}{200\,000 \text{ грн}} \times 100\% = 50\%$

Ці розрахунки дозволяють отримати детальне уявлення про ефективність екологічних заходів, їх фінансову доцільність та потенційний вплив на екологічний стан. Вони допомагають у прийнятті обґрунтованих рішень і плануванні майбутніх ініціатив.

Витрати на реалізацію екологічних заходів у місті Тростянець

1. Витрати на відновлення зелених зон

Прямі витрати:

- Закупівля рослин і саджанців: 250,000 грн
- Послуги з посадки та догляду: 100,000 грн
- Обладнання для поливу: 50,000 грн

Непрямі витрати:

- Адміністративні витрати: 30,000 грн
- Непередбачені витрати: 20,000 грн

Загальні витрати:

Загальні витрати=Прямі витрати+Непрямі витрати \text{Загальні витрати} = \text{Прямі витрати} + \text{Непрямі

витрати} Загальні витрати=Прямі витрати+Непрямі витрати

Загальні витрати=(250 000+100 000+50 000)+(30 000+20 000) \text{Загальні витрати} = (250\,000 + 100\,000 + 50\,000) + (30\,000 +

20\,000) Загальні витрати=(250000+100000+50000)+(30000+20000)

Загальні витрати=400 000+50 000=450 000 грн \text{Загальні витрати} = 400\,000 + 50\,000 = 450\,000 \text{ грн} Загальні витрати=400000+50000=450000 грн

Оцінка ефективності витрат

2. Рентабельність інвестицій (ROI):

Прибуток від заходів:

- Збільшення вартість нерухомості завдяки озелененню: 600,000 грн

- Економія на очищенні повітря і зменшення витрат на охорону здоров'я:
150,000 грн

Разом прибуток:

Прибуток від заходів=600 000+150 000=750 000 грн\text{Прибуток від заходів} =
600\,000 + 150\,000 = 750\,000 \text{\{
грн\}Прибуток від заходів=600000+150000=750000 грн

Розрахунок ROI:

$ROI = \frac{\text{Прибуток від заходів} - \text{Витрати на заходи}}{\text{Витрати на заходи}} \times 100\%$ \text{ROI}

$ROI = \frac{750\,000 - 450\,000}{450\,000} \times 100\%$ \text{ROI} = \frac{750\,000 -

450\,000}{450\,000} \times 100\%

$ROI = \frac{300\,000}{450\,000} \times 100\% = 66.67\%$ \text{ROI} = \frac{300\,000}{450\,000} \times 100\% = 66.67%

Оцінка ефективності екологічних заходів

3. Ефективність заходів:

Оцінка результатів:

- Покращення якості повітря: 100 одиниць (по шкалі якості повітря)
- Збільшення площі зелених зон: 10 га

Оцінка витрат:

- Загальні витрати: 450,000 грн

Розрахунок ефективності:

Ефективність = $\frac{\text{Оцінка результатів}}{\text{Оцінка витрат}}$

Ефективність = $\frac{100 \text{ одиниць}}{450\,000 \text{ грн}} = 0.00022 \text{ одиниць/грн}$

Ефективність = $\frac{450\,000 \text{ грн}}{100 \text{ одиниць}} = 0.00022 \text{ одиниць/грн}$

Оцінка фінансових ризиків

4. Фінансовий ризик:

Сума можливих втрат: (Втрата внаслідок невдалої реалізації проекту)

- Оцінка можливих втрат: 50,000 грн

Розрахунок фінансового ризику:

Фінансовий ризик = $\frac{\text{Сума можливих втрат}}{\text{Загальні витрати}} \times 100\%$

Фінансовий ризик = $\frac{50\,000}{450\,000} \times 100\% = 11.11\%$

Оцінка корекційних заходів

5. Вплив корекційних заходів:

Зміна в ефективності після корекцій:

- Збільшення показника якості повітря до 120 одиниць

Вартість корекційних заходів:

- Додаткові витрати на корекційні заходи: 80,000 грн

Розрахунок впливу корекційних заходів:

Вплив корекційних заходів = $\frac{\text{Зміна в ефективності}}{\text{Вартість корекційних заходів}} \times 100\%$
 $\text{Вплив корекційних заходів} = \frac{\text{Зміна в ефективності}}{\text{Вартість корекційних заходів}} \times 100\%$

Вплив корекційних заходів = $\frac{120 - 100 \text{ одиниць}}{80\,000 \text{ грн}} \times 100\%$
 $\text{Вплив корекційних заходів} = \frac{120 - 100 \text{ одиниць}}{80\,000 \text{ грн}} \times 100\%$

Вплив корекційних заходів = $\frac{20}{80\,000} \times 100\% = 0.025\%$
 $\text{Вплив корекційних заходів} = \frac{20}{80\,000} \times 100\% =$

0.025%
 $\text{Вплив корекційних заходів} = \frac{20}{80\,000} \times 100\% = 0.025\%$

Рентабельність фінансування**6. Рентабельність фінансування:****Чистий прибуток від реалізації проекту:**

- Чистий прибуток: 300,000 грн

Витрати на фінансування:

- Витрати на фінансування: 450,000 грн

Розрахунок рентабельності фінансування:

Рентабельність фінансування = $\frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Витрати на фінансування}} \times 100\%$

Рентабельність фінансування = $\frac{300\,000}{450\,000} \times 100\% = 66.67\%$

Рентабельність фінансування = $\frac{450\,000}{300\,000} \times 100\% = 150\%$

Ці розрахунки і результати допоможуть у визначенні ефективності екологічних заходів у місті Тростянець, оцінці витрат, вигод, ризиків та рентабельності інвестицій, а також в обґрунтуванні подальших дій для покращення екологічного стану.

3.2. Методика оцінки ефективності екологічних заходів

Оцінка ефективності екологічних заходів є важливим процесом, який дозволяє забезпечити їх продуктивність та оптимальне використання ресурсів. Цей аналіз допомагає зрозуміти, наскільки запроваджені ініціативи досягли поставлених цілей і як вплинули на навколишнє середовище, економіку та соціальні аспекти. Для цього застосовується комплексний підхід, що включає моніторинг результатів, аналіз економічних та соціальних ефектів, а також оцінку довгострокових наслідків. Процедура оцінки ефективності екологічних заходів складається з кількох основних етапів. По-перше, необхідно чітко визначити цілі, яких повинні досягти екологічні ініціативи. Це можуть бути поліпшення якості повітря, відновлення зелених зон, очищення водних ресурсів або зниження шумового забруднення. Досягнення цих цілей вимагає регулярного моніторингу та вимірювання відповідних показників. Моніторинг передбачає

збір даних щодо рівня забруднювачів в атмосфері, площі відновлених зелених зон, якості води та рівня шуму в житлових районах. Порівнюючи ці дані з початковими показниками, можна визначити прогрес у покращенні ситуації. Такий аналіз дозволяє оцінити ефективність вжитих заходів.

Другою важливою складовою є економічна оцінка ефективності, яка охоплює аналіз витрат і вигод від реалізації екологічних заходів. До витрат входять як прямі витрати (на закупівлю матеріалів, виконання робіт), так і непрямі (адміністративні витрати, навчання). Вигоди можуть полягати у зменшенні витрат на медичні послуги завдяки покращенню якості повітря, зростанні вартості нерухомості через покращення зелених зон тощо.

Розрахунок рентабельності (ROI) є ключовим інструментом для оцінки економічної ефективності. ROI відображає співвідношення вигод до витрат у відсотках, що дозволяє оцінити прибутковість інвестицій у екологічні ініціативи. Чистий прибуток також є важливим показником економічної ефективності. Соціальна оцінка ефективності дозволяє зрозуміти вплив екологічних заходів на життя громадян. Вона включає аналіз покращення якості життя через поліпшення повітря та води, а також зниження рівня шумового забруднення. Опитування мешканців допомагають з'ясувати їхнє ставлення до змін та врахувати відгуки і пропозиції.

Оцінка довгострокових результатів включає моніторинг змін у якості повітря, води і ґрунтів через певний час після запровадження заходів. Оцінка стійкості відновлених екосистем визначає довготривалу ефективність ініціатив.

Виявлення рівня відновлення екосистем та їхньої здатності до самовідновлення є ключовим для розуміння стійкості екологічних змін. Завершальним етапом є формування рекомендацій на основі проведеної оцінки. Рекомендації можуть включати вдосконалення існуючих заходів та розробку нових стратегій для

подальшого покращення екологічного стану, що дозволить ефективніше планувати майбутні ініціативи та забезпечити їх успішну реалізацію.

Таблиця 1. Оцінка досягнення екологічних цілей

Ціль	Початковий показник	Поточний показник	Зміни	Коментарі
Якість повітря	200 мкг/м ³	150 мкг/м ³	-50	Поліпшення після озеленення
Площа зелених зон	5 га	15 га	+10	Розширення зелених зон
Якість води в річках	0.8 мг/л	0.4 мг/л	-0.4	Поліпшення після очищення
Рівень шумового забруднення	75 дБ	65 дБ	-10	Зниження рівня шуму

Для подальшого аналізу ефективності екологічних заходів у місті Тростянець слід зосередитися на кількох ключових аспектах. По-перше, варто підкреслити важливість моніторингу змін у показниках довкілля з плином часу. Регулярне вимірювання й порівняння з історичними даними допомагає відстежувати динаміку змін та виявляти, чи досягнуто бажаних результатів від впроваджених заходів. Такий моніторинг також дозволяє вчасно виявити нові проблеми або зміни в екологічній ситуації, що можуть вимагати корекції стратегії.

По-друге, слід враховувати ефекти взаємодії різних екологічних ініціатив. Наприклад, відновлення зелених зон може сприятливо вплинути на якість повітря і зменшення шуму. Однак ці ефекти можуть змінюватись залежно від інших одночасно реалізованих заходів. Інтегрований підхід до оцінки дає змогу глибше зрозуміти ефективність вжитих заходів. Третій аспект — це соціальна

складова, яка відіграє вирішальну роль у визначенні загальної ефективності екологічних ініціатив. Проведення опитувань серед мешканців є важливим для оцінки їхньої задоволеності та врахування їхніх пропозицій. Результати можуть вказувати на необхідність корекцій у реалізації заходів або створення нових ініціатив. Четвертий аспект — врахування довгострокових екологічних та економічних наслідків реалізації ініціатив. Наприклад, тривале поліпшення якості повітря може зменшити витрати на лікування респіраторних захворювань, а відновлення водних ресурсів може позитивно позначитись на розвитку місцевого туризму та рекреації.

Оцінка таких довгострокових наслідків допомагає краще розуміти реальний вплив екологічних заходів. Для поглибленого аналізу можна використовувати різні методи й інструменти, такі як аналіз витрат і вигод, оцінка екологічних ризиків або моделювання сценаріїв розвитку. Важливо також впровадити систему індикаторів для відстеження ключових показників ефективності і своєчасного реагування на зміни. У місті Тростянець можна впровадити індикатори для моніторингу якості повітря, води, стану зелених зон, рівня шуму, а також соціальної задоволеності населення. Ці індикатори повинні відповідати специфічним умовам та потребам міста і регулярно оновлюватися на основі зібраних даних і змін ситуації.

Таблиця 1. Моніторинг індикаторів ефективності екологічних заходів

Індикатор	Одиниця виміру	Значення до заходів	Значення після заходів	Зміни	Примітки
Якість повітря (PM2.5)	мкг/м ³	200	130	-70	Поліпшення якості повітря

Індикатор	Одиниця виміру	Значення до заходів	Значення після заходів	Зміни	Примітки
Якість води (рівень забруднень)	мг/л	0.8	0.3	-0.5	Значне покращення якості води
Площа зелених зон	га	5	20	+15	Розширення зелених зон
Рівень шуму	дБ	75	60	-15	Зниження рівня шуму
Соціальна задоволеність	%	65	85	+20	Покращення соціального фону

Таблиця 2. Оцінка довгострокових ефектів

Показник	Одиниця виміру	Значення до заходів	Значення після заходів	Зміни	Примітки
Витрати на медичні послуги	млн грн	10	7	-3	Зниження витрат на лікування
Рівень захворювань на респіраторні хвороби	випадків/1000 осіб	25	15	-10	Поліпшення здоров'я населення

Показник	Одиниця виміру	Значення до заходів	Значення після заходів	Зміни	Примітки
Туристичні надходження	млн грн	2	4	+2	Збільшення доходів від туризму
Рівень рекреації	%	50	70	+20	Збільшення рекреаційних площ

Результати дослідження

Результати дослідження екологічного стану урбоєкосистем у місті Тростянець є важливим етапом у визначенні реального впливу людської діяльності, зокрема військових дій, на природні ресурси та різноманіття форм життя в місті.

Проведений аналіз допомагає не лише виявити ключові загрози та ризики, але й створити підґрунтя для розробки ефективних заходів з відновлення та поліпшення екологічної ситуації. Одним з основних аспектів дослідження було вивчення впливу військових дій на якість повітря.

Результати показали значне збільшення концентрації пилу, важких металів і шкідливих речовин у повітрі під час активних бойових дій. Це пов'язано не лише з вибухами та руйнуванням інфраструктури, а й з горінням природних ландшафтів, які відігравали важливу роль в міській екосистемі. Через обстріли і пожежі рівень забруднення повітря значно зріс, що спричинило збільшення випадків респіраторних захворювань серед жителів міста. Крім того, результати аналізу водних екосистем Тростянця свідчать про критичні зміни, спричинені пошкодженнями систем водовідведення та очисних споруд. Багато місцевих водойм зазнали підвищеного забруднення важкими металами, хімічними сполуками та нафтовими продуктами.

Це позначилося на якості води як для господарського використання, так і для екосистеми в цілому, призвівши до значного скорочення популяцій водних організмів, важливих для підтримки екологічного балансу. Помітні зміни спостерігалися також у флорі та фауні Тростянця. Дослідження показали, що деякі види рослин і тварин зникли з території міста або значно скоротили свою чисельність через руйнування природних середовищ існування. Постійний шум, вібрації від вибухів, руйнування лісів і парків призвели до втечі дикої природи з цих районів. Особливо сильно постраждали птахи, що втратили місця

гніздування, а також дрібні ссавці і земноводні, які залежали від заболочених місць. Оцінка змін у ґрунтах також стала важливим аспектом проведеного аналізу. Результати показують значне погіршення якості ґрунту через хімічне забруднення та механічні пошкодження. Забруднення важкими металами і хімічними речовинами знижує продуктивність ґрунтів і можливості для відновлення рослинного покриву.

Встановлено підвищений рівень кислотності ґрунтів і зниження їхньої біологічної активності, що негативно впливає на здоров'я рослинних екосистем міста. Аналіз також охоплював оцінку впливу війни на зелені зони Тростянця. Під час конфліктів значна частина рослинності була втрачена, що порушило баланс міського середовища. Зелені насадження сприяли поглинанню вуглекислого газу, регулюванню температури, очищенню повітря від пилу і шкідливих речовин та забезпечували місця для відпочинку городян.

Руйнування зелених зон призвело до зниження якості повітря, підвищення рівня шуму і температури, створюючи додатковий стрес для жителів міста і знижуючи загальну екологічну стійкість урбоекосистеми. Соціальний аспект екологічних проблем також виявився значним у результатах дослідження. Зростання забрудненості, зменшення біорізноманіття та погіршення якості природного середовища.

На основі проведених розрахунків та аналізу екологічних заходів у місті Тростянець було отримано наступні результати:

Аналіз витрат на відновлення зелених зон:

Загальні витрати склали 450 000 грн, з яких:

Прямі витрати: 400 000 грн (закупівля рослин, послуги з посадки, обладнання)

Непрямі витрати: 50 000 грн (адміністративні та непередбачені витрати)

Оцінка економічної ефективності: Розрахована рентабельність інвестицій (ROI) склала 66.67% Загальний прибуток від впровадження заходів: 750 000 грн, включаючи: Збільшення вартості нерухомості: 600 000 грн Економія на очищенні повітря та охороні здоров'я: 150 000 грн Екологічна ефективність заходів: Покращення якості повітря на 100 одиниць за шкалою якості Збільшення площі зелених зон на 10 га Коефіцієнт ефективності склав 0.00022 одиниць/грн Оцінка ризиків та корекційних заходів: Фінансовий ризик проєкту становить 11.11% Потенційні втрати оцінюються у 50 000 грн

Після впровадження корекційних заходів: Якість повітря зросла додатково на 20 одиниць Вплив корекційних заходів склав 0.025% Додаткові витрати на корекційні заходи: 80 000 грн Фінансова рентабельність: Чистий прибуток від реалізації проєкту: 300 000 грн

Рентабельність фінансування: 66.67%

Отримані результати свідчать про високу економічну ефективність впроваджених екологічних заходів при помірному рівні ризику. Особливо важливим є значне покращення якості повітря та збільшення площі зелених зон, що безпосередньо впливає на якість життя мешканців міста. Корекційні заходи також продемонстрували позитивний вплив на загальну ефективність проєкту.

Показник	До військових дій	Після військових дій	Зміни
Рівень забруднення повітря	Нормальний	Високий	Підвищення концентрації пилу, важких металів, продуктів горіння

Показник	До військових дій	Після військових дій	Зміни
Якість води	Задовільна	Погана	Підвищений вміст важких металів, хімічних речовин та нафтопродуктів
Стан зелених зон	Збережені	Значні втрати	Знищення частини лісових масивів та парків, зменшення зелених насаджень
Рівень біорізноманіття	Високий	Середній	Зниження чисельності певних видів, втрата місць існування тварин
Якість ґрунтів	Добра	Знижена	Забруднення важкими металами, підвищення кислотності

Висновок

Висновки цієї дипломної роботи висвітлюють серйозні екологічні зміни в ґрунтоекосистемі міста Тростянець, спричинені військовими діями. Дослідження підтверджує, що вплив на довкілля був комплексним і багатограним, торкнувшись усіх компонентів екосистеми: повітря, води, ґрунтів, флори та фауни. Результати підкреслюють невідкладну необхідність координувати відновлювальні заходи для забезпечення майбутньої екологічної стабільності та здоров'я міста. Серед основних екологічних проблем, виявлених під час дослідження, є:

1. Забруднення повітря. Через вибухи, пожежі та використання бойових речовин суттєво підвищилася концентрація токсичних речовин у повітрі, зокрема важких металів та діоксидів азоту і вуглецю, а також зважених часток пилу. Це становить загрозу для здоров'я людей і сприяє забрудненню інших компонентів довкілля, як-от ґрунт і вода. Рішення: Необхідно запровадити регулярний моніторинг якості повітря, особливо в найбільш забруднених районах. Варто також акцентувати увагу на створенні та розширенні зелених зон для абсорбції забруднюючих речовин і посиленні озеленення в міській забудові.

2. Забруднення водних ресурсів. Військові дії призвели до збільшення концентрації важких металів і хімічних речовин у річках та підземних водах. Це погіршило якість води, поставивши під загрозу здоров'я населення та існування окремих водних видів. Рішення: Варто розробити план очищення водних об'єктів і посилити контроль за хімічним складом води, запроваджуючи технології біоочищення та спеціальні біофільтри для зменшення концентрації шкідливих речовин.

3. Деградація ґрунтів. Забруднення важкими металами, залишками вибухових речовин та хімікатами створює значні екологічні проблеми, впливаючи на

врожайність та можливість відновлення природної рослинності. Зростаюча кислотність ґрунтів погіршує їхню родючість. Рішення: Рекомендується проводити рекультивацію та фіторе mediaцію ґрунтів з використанням рослин, що можуть абсорбувати токсини. Впровадження програм вапнування допоможе знизити кислотність ґрунтів, сприяючи відновленню рослинності та біорізноманіття.

4. Втрати біорізноманіття. Воєнні дії знищили значні ділянки лісів і зелених зон, зменшивши чисельність деяких видів тварин. Руйнування місць проживання та обмежений доступ до природних ресурсів порушують екологічну рівновагу і загрожують зникненням окремих видів. Рішення: Необхідно реалізувати програми відновлення місць існування, створюючи заповідні зони та зелені коридори, щоб відновити зв'язки між екосистемами і сприяти поверненню багатьох видів, стабілізуючи екологічний баланс.

5. Погіршення якості життя та екологічний стрес у населення. Зниження стану навколишнього середовища негативно впливає на якість життя мешканців міста, особливо на їхнє здоров'я та психологічний стан. Рішення: Запровадження програм екологічної освіти підвищить обізнаність про екологічні проблеми та способи їх рішення. Психологічні програми підтримки допоможуть адаптуватися до змін довкілля і знизити рівень тривожності. Загальні рекомендації для Тростянця передбачають розробку

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скидан О. В. Аграрна політика в період ринкової трансформації : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2008. 375 с.
2. Крушельницька О. В., Мельничук Д. П. Управління персоналом : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ, 2005. 308 с.
3. Скидан О. В., Ковальчук О. Д., Янчевський В. Л. Підприємництво у сільській місцевості : довідник. Житомир, 2013. 321 с.
4. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А. Київ : Укראгропромпродуктивність, 2006. 106 с.
5. Екологія : навч. посіб. / Б. В. Борисюк та ін. Житомир, 2003. 174 с.
6. Органічне виробництво і продовольча безпека : зб. матеріалів доп. учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф. / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир : Полісся, 2015. 648 с.
7. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : у 4 т. / гол. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2001. Т. 2. 636 с.
8. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів / за ред. І. Я. Коцюмбаса. Львів : Тріада плюс, 2006. 360 с.
9. Котлер Ф. Основы маркетинга : учеб. пособие / пер. с англ. В. Б. Боброва. Москва, 1996. 698 с.
10. Саблук П. Т. Напрямки розвитку економіки в аграрній сфері виробництва. Основи аграрного підприємництва / за ред. М. Й. Маліка. Київ, 2000. С. 5–15.
11. Зінчук Т. О. Економічні наслідки впливу продовольчих органічних відходів на природні ресурси світу. Органічне виробництво і продовольча безпека : зб. матеріалів доп. учасн. II Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : Полісся, 2014. С. 103–108.

12. Скидан О. В., Судак Г. В. Розвиток сільськогосподарського підприємництва на кооперативних засадах. Кооперативні читання: 2013 рік : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 4–6 квіт. 2013 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2013. С. 87–91.
13. Якобчук В. П. Стратегічні пріоритети інноваційного розвитку підприємництва в аграрній сфері. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Сер. Економіка. 2013. Вип. 148. С. 31–34.
14. Масловська Л. Ц., Савчук В. А. Оцінка результативності і ефективності виробництва органічної агропродовольчої продукції. Агросвіт. 2016. № 6. С. 23–28.
15. Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Товарна інноваційна політика : підручник. Суми : Університетська книга, 2007. 281 с. URL: <ftp://lib.sumdu.edu.ua/Books/1539.pdf> (дата звернення: 10.11.2017).
16. Про стандартизацію : Закон України від 11 лют. 2014 р. № 1315. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1315-18> (дата звернення: 02.11.2017).
17. Клітна М. Р., Брижань І. А. Стан і розвиток органічного виробництва та ринку органічної продукції в Україні. Ефективна економіка. 2013. № 10. URL: <http://www.m.nayka.com.ua/?op=1&j=efektyvnaekonomika&s=ua&z=2525> (дата звернення: 12.10.2017).
18. Що таке органічні продукти і чим вони кращі за звичайні? Екологія життя : веб-сайт. URL: <http://www.eco-live.com.ua> (дата звернення: 12.10.2017).
19. Конституція України : станом на 1 верес. 2016 р. / Верховна Рада України. Харків : Право, 2016. 82 с.
20. ДСТУ ISO 9001: 2001. Системи управління якістю. [Чинний від 2001-06-27]. Київ, 2001. 24 с. (Інформація та документація).
21. Комбайн рослинозбиральний універсальний : пат. 77937 Україна : МПК А01D 41/02, А01D 41/04, А01D 45/02. № а 2011 09738 ; заявл. 05.08.2011 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.

22. А. с. 1417832 СССР, МКИ А 01 F 15/00. Стенка рулонного пресс-подборщика / В. Б. Ковалев, В. Б. Мелегов. № 4185516 ; заявл. 22.01.87 ; опубл. 23.08.88, Бюл. № 31.
23. Романчук Л. Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 03.00.16 / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир, 2011. 392 с.