

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Тамара ДУДАР
« _____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Тема: «Екологічні виклики післявоєнного відновлення міст України
(на прикладі міст Донбасу)»

Виконавець: студент групи ЕК-401Б Горбаченко Владислав Володимирович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.б.н., доцент кафедри екології Явнюк Андріан Андріанович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

(підпис)

Андріан ЯВНЮК
(П.І.Б.)

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПІ «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тамара ДУДАР

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Горбаченка Владислава Володимировича

1. Тема роботи «Екологічні виклики післявоєнного відновлення міст України (на прикладі міст Донбасу)» затверджена наказом ректора від «19» квітня 2023 р. № 529/ст.
2. Термін виконання роботи: з 19.04.2023 р. по 22.06.2023 р.
3. Вихідні дані роботи: аналіз електронних ресурсів, результати досліджень важких металів.
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика НПС міст Донбасу. Дослідження вмісту важких металів в ґрунті та поверхневих водах регіону. Аналіз енергетичного сектору, його результати пошкоджень та екологічних викликів. Розрахунок енергозбереження та альтернативних джерел енергії для міст Северодонецьк та Краматорськ.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Видача завдання	19.04.2023	
2	Виконання вступної частини	20.04.2023- 27.04.2023	
3	Виконання оглядової частини	28.04.2023- 15.05.2023	
4	Виконання II розділу	16.05.2023- 30.05.2023	
5	Виконання розрахункової частини	1.06.2023- 10.06.2023	
6	Оформлення роботи відповідно до вимог	12.06.2023	
7	Передзахист	13.06.2023	
8	Підготовка роботи до захисту	14.06.2023- 16.06.2023	
9	Підготовка документів та матеріалів до захисту	17.06.2023- 18.06.2023	
10	Захист дипломної роботи	22.06.2023	

7. Дата видачі завдання: «19» квітня 2023 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____ Андріан ЯВНЮК
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Владислав ГОРБАЧЕНКО
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Екологічні виклики післявоєнного відновлення міст України (на прикладі міст Донбасу)»: 64 с., 14 рис., 2 табл., 19 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: антропогенно-техногенний вплив на НПС регіон Донбасу, а саме території зони впливу бойових дій.

Мета роботи: оцінити стан навколишнього середовища Сходу України та шляхи вирішення екологічних проблем міст та проаналізувати енергогенеративну можливість станцій та енергоефективність міст під час відбудови.

Методи дослідження: оброблення, компонування даних та аналіз зміни кількості важких металів в ґрунтах та поверхневих водах, порівняння даних генерації електроенергії з 2007 року по 2019 рік та оцінка пошкоджень енергогенеративних станцій внаслідок ракетних обстрілів, загроз та викликів з цим пов'язаних.

Результати бакалаврської роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-екологів.

ГЕОСИСТЕМИ, СТІЙКІСТЬ СЕРЕДОВИЩА, ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕНЬ, БОЙОВІ ДІЇ, ЕНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Екологічні проблеми Сходу України	10
1.1.Стан навколишнього середовища Сходу України до окупації 2014-го року та повномасштабного військового вторгнення.....	10
1.2.Характеристика джерел забруднення міст Донбасу сьогодні та підходів до їх оцінки.....	11
1.3.Екологічні проблеми, викликані бойовими діями.....	13
1.4.Європейський підхід до вирішення екологічних проблем вугільних регіонів на прикладі енергетичного сектору.....	17
1.5.Міжнародна практика трансформації довкілля агломерації.....	20
РОЗДІЛ 2. Методичні та практичні дії екологічного спрямування щодо міст Донбасу	23
2.1.Моніторинг атмосферного повітря міст.....	23
2.2.Дослідження вмісту та контроль важких металів в ґрунтах та поверхневих водах.....	25
2.3.Методи дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод.....	31
РОЗДІЛ 3. Шляхи вирішення екологічних проблем міст Сходу України	35
3.1.Оцінка пошкоджень, руйнації та генерації енергетичного сектору в наслідок війни та ракетних обстрілів зимою 2022-2023 р.....	35
3.2.Оцінка енергоефективності міст та шляхи її підвищення під час відбудови	45
3.3. Озеленення міст майбутнього.....	54
3.4. Екомісто як елемент агломерації майбутнього.....	57
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ООС - Операція об'єднаних сил;

НПС - навколишнє природне середовище;

Донбас - Донецький вугільний басейн;

ГДК - гранично допустима концентрація;

НАН України - національна академія наук України;

КВП “Краматорський водоканал” - Комунальне виробниче підприємство “Краматорський водоканал”;

НПЗ - нафтопереробний завод;

ЄС - Європейський Союз;

ТЕЦ - теплоелектроцентрально;

ТЕС - теплова станція;

АЕС - атомна електростанція;

ВДЕ - відновлювані джерела енергії;

ГАЕС - гідроакумулювальна електростанція;

СЕС - сонячна електростанція;

БіоЕС - біогазова електростанція;

ВСТУП

Актуальність теми. Регіон Донбасу є одним з найбільш індустріалізованих в Україні, де війна призвела до руйнування багатьох підприємств та інфраструктури. Це може мати значний вплив на екологічну ситуацію в регіоні, зокрема на забруднення повітря та ґрунтів.

Екологічна проблематика Донбасу є вкрай актуальною в наш час, оскільки ця територія стала місцем бойових дій між Україною та Росією. Крім того, на Донбасі протягом довгого часу проводилися видобуток вугілля, металургійна та хімічна промисловість, що призвело до значного забруднення довкілля.

Для розв'язання екологічних проблем на Донбасі необхідні комплексні заходи, які включають в себе очищення забруднених водних ресурсів, рекультивацію земель, відновлення та розвиток екологічно безпечних технологій в промисловості.

Важливо звернути увагу на екологічні наслідки післявоєнного відновлення міст Донбасу та прийняти заходи для їх зменшення та запобігання.

По-перше, протягом війни багато з цих підприємств були пошкоджені або знищені, де були розташовані численні важкі промислові підприємства, що може призвести до значних екологічних проблем.

По-друге, бойові дії можуть призвести до забруднення атмосферного повітря та ґрунтів, що може мати серйозні наслідки для здоров'я людей та екосистем.

По-третє, відновлення міст і інфраструктури після війни може призвести до значного споживання ресурсів та викидів відходів, що може погіршити екологічну ситуацію в регіоні.

До того ж, забруднення довкілля в регіоні Донбасу може мати не тільки місцевий, але й глобальний вплив. Зокрема, відходи важкої промисловості, що викидаються в повітря та ґрунти, можуть мати негативний вплив на клімат та біорізноманіття в масштабах більшої території.

Різні галузі промисловості на Сході України, зокрема вугільна та металургійна, значно вплинули на екологічну ситуацію в регіоні. Вугільна промисловість призвела

до значного забруднення повітря, що впливає на здоров'я місцевого населення та природні екосистеми. Металургійна промисловість спричиняє забруднення повітря та води, а також викиди токсичних речовин. Крім того, на Сході України присутній розвинутий сільськогосподарський сектор, який також може мати негативний вплив на навколишнє середовище, зокрема використання надмірних кількостей хімічних речовин та забруднення ґрунтів і водних ресурсів.

Тому екологічна проблематика в регіоні Донбасу має бути розглянута не тільки на рівні місцевих влад та громад, але й на рівні національної та міжнародної спільноти. Запровадження екологічних стандартів та ініціатив на рівні держави та міжнародних організацій може допомогти у зменшенні негативного впливу відновлення міст Донбасу на навколишнє середовище та збереженні екологічної стійкості регіону.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Мета роботи – оцінити стан навколишнього середовища Сходу України та шляхи підвищення енергоефективності міст Донбасу.

Завдання роботи:

1. Дослідити екологічні проблеми міст Донбасу до 2014-го року, з 2014 та після повномасштабного вторгнення у 2022 році;
2. Проаналізувати екологічні проблеми урбанізованих територій, викликані бойовими діями;
3. Оцінити енергогенеративну можливість станцій внаслідок їх пошкоджень;
4. Оцінити енергоефективність міст та визначити шляхи її підвищення під час відбудови.

Об'єкт дослідження – техногенний вплив на стан природного середовища Донбасу внаслідок промислової діяльності та військових дій.

Предмет дослідження – способи підвищення енергоефективності міст та відновлення пошкоджених та зруйнованих підприємств, які є основою агломерацій територій Сходу України.

Методи дослідження – аналітичні методи оброблення даних, графічні методи

аналізу даних.

Особистий внесок випускника: збір даних та дослідження поставлених проблем. Аналіз і інтерпретація результатів

Апробація отриманих результатів: результати роботи опубліковано у матеріалах тез доповідей XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Екологічна безпека держави».

Публікації: Явнюк А.А., Цабун Т.В., Горбаченко В.В. Екологічні та енергетичні проблеми міст України. *Екологічна безпека держави: тези доповідей XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів* (20 квітня 2023 р., м. Київ). К.: НАУ, 2023. С. 93.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СХОДУ УКРАЇНИ

1.1. Стан навколишнього середовища Сходу України до окупації 2014-го року та повномасштабного військового вторгнення

Стан навколишнього середовища в Донбасі до окупації 2014 року був під впливом різних факторів, які включають промислову діяльність, вугільну та металургійну галузі, екологічні проблеми та інші фактори.. Однак, на тлі господарського зростання, на Сході України виникали проблеми з навколишнім середовищем, зокрема забруднення повітря та використання хімічних речовин у промисловості.

Донбас був відомий своєю великою промисловістю, зокрема вугільною та металургійною галузями. Вугільні шахти та вугільні електростанції були основними джерелами виробництва енергії в регіоні. Проте, ці промислові підприємства часто використовували застарілі технології, що призводило до значного забруднення навколишнього середовища. Викиди шкідливих речовин, таких як сірчистий ангідрид, оксиди азоту та інші, у повітря мали серйозний негативний вплив на якість повітря та здоров'я мешканців регіону [1].

Крім того, вугільна промисловість спричиняла екологічні проблеми пов'язані з вуглеводневими шлаками та відходами, які потрапляли у водойми та ґрунти. Виробництво металургійних підприємств також спричиняло забруднення повітря, води та ґрунту шкідливими речовинами, такими як важкі метали та хімічні сполуки.

Проблеми з утилізацією відходів та надмірним використанням природних ресурсів, що призводило до деградації ландшафтів та втрати біорізноманіття..

Однак, загальноприйнятим фактом є те, що багато промислових регіонів, зокрема Донецька та Луганська області, були з характерним високим рівнем промислової діяльності та інтенсивної експлуатації вуглеводневих родовищ та металургійних підприємств [2].

Також, варто відзначити, що в Україні до 2014 року існували екологічні проблеми, зокрема пов'язані із забрудненням повітря та води, несанкціонованим скиданням відходів, викидами шкідливих речовин у навколишнє середовище та іншими аспектами.

Екологічна ситуація на Сході України залишається дуже напруженою та потребує значних зусиль для вирішення проблем. Бойові дії призвели до серйозного забруднення навколишнього середовища. Крім того, крім прямої шкоди навколишньому середовищу, екологічна криза також призводить до погіршення здоров'я місцевого населення та загрози їх життю.

Загалом, ситуація на Сході України має ознаки деградації НПС. Для вирішення цих проблем необхідно вжити комплексних заходів, які будуть спрямовані на поліпшення стану навколишнього середовища, відновлення економіки та інфраструктури, а також на забезпечення безпеки та підтримку місцевого населення.

1.2. Характеристика джерел забруднення міст Донбасу сьогодні та підходів до їх оцінки

Сучасний стан довкілля та динаміка розвитку екологічної ситуації на території області є критичними. На території області була потужна техносфера, що включала значні промислові підприємства гірничодобувної, металургійної, хімічної промисловості, енергетики, важкого машинобудування та будівельних матеріалів, родовища корисних копалин. Висока концентрація промислового, сільськогосподарського виробництва, транспортної інфраструктури в поєднанні із значною щільністю населення створили величезне навантаження на біосферу – найбільшу в Україні та Європі [3].

В минулому було багато чинників, що спричинювали забруднення природного середовища, декілька з них:

1. Промислові підприємства: Донбас має велику кількість промислових підприємств, таких як гірничодобувні, металургійні, хімічні, електростанції тощо, які можуть викидати в атмосферу токсичні гази та речовини, що негативно впливають на

якість повітря та ґрунту;

2. Сільське господарство: забруднення внаслідок використання хімічних добрив та пестицидів в сільському господарстві;

3. Викиди автомобільного транспорту: Донбас є одним з найбільш населених територій в Україні, що може призвести до значного забруднення повітря від викидів транспорту;

4. Вугільна промисловість: добування вугілля та його використання в енергетиці є одним з найбільших джерел забруднення в Донбасі;

5. Розчистка шахт та скидання відходів: процес розчистки шахт та скидання відходів може спричиняти забруднення повітря та води.

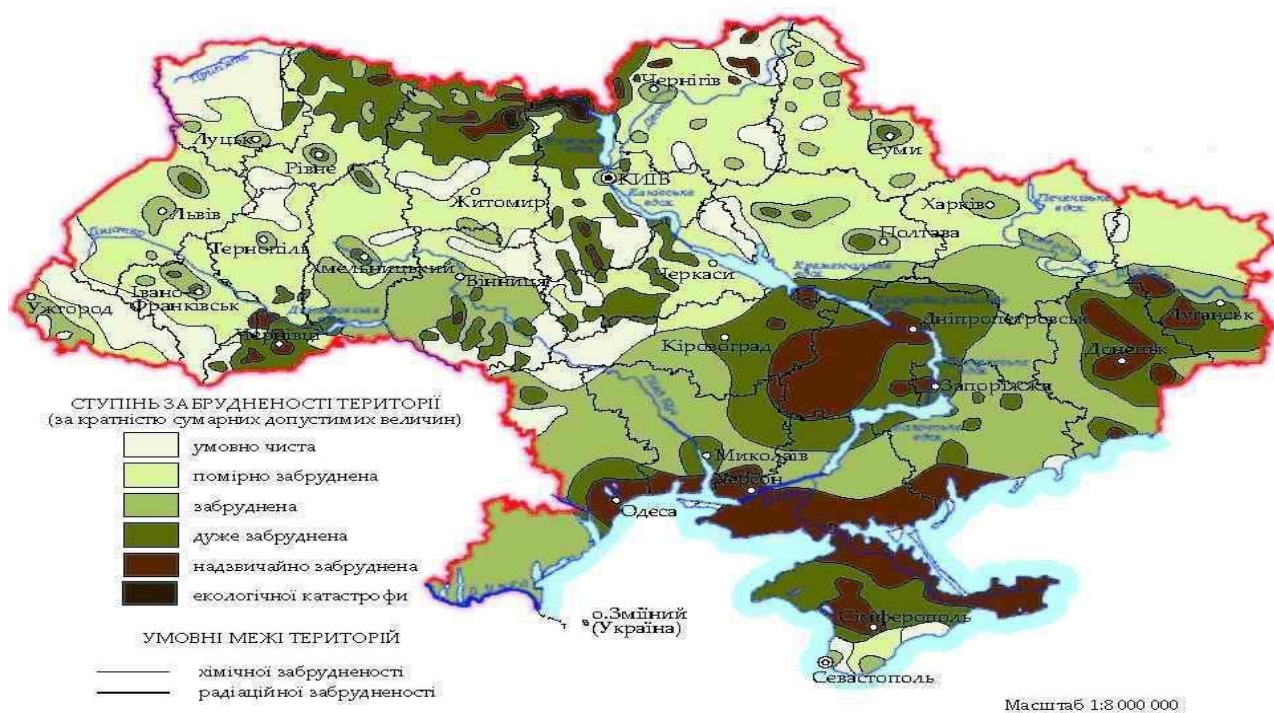


Рис. 1.1. Сумарна забрудненість природного середовища

Проте, основним з чинників забруднення довкілля та міст Донбасу на сьогодні є військові дії та наслідки, що пов'язані з ними:

1. Військові дії, що знищує інфраструктуру, логістику та можливість утилізації, рекуперації відходів, токсикантів від промислових підприємств;

2. Пошкодження / знищення промислових підприємств, що несуть за собою викиди небезпечних речовин. Наприклад, вибухи цистерн з азотною кислотою в

Лисичанському районі;

3. Знищення важливої інфраструктури в основному дамб на річках/водосховищах, що забруднює довкілля, ґрунти та несе в собі негативний вплив на здоров'я біоти внаслідок підняття донних відкладень водоєм, які містять в собі різні хімічні сполуки та важких металів.

Об'єм викидів, які забруднювали атмосферу у 2019 році в Донецькій області вдвічі більший, ніж у Дніпропетровській, в 3,5 раза — ніж у Луганській, в 7 разів — ніж у Запорізькій. За даними Держкомстату, у 2009 році Донецька область посідала перше місце в Україні за кількістю шкідливих викидів — 1,5 мільйона тонн. Друге місце в Україні серед найбільш забруднених міст посідав Маріуполь, шосте місце — Курахове, сьоме місце — Дебальцеве, 10 місце — Новий Світ Старобешівського району [4].

Ці фактори призвели до значного забруднення довкілля в Донбасі, що потребує уваги та заходів для захисту навколишнього середовища.

1.3. Екологічні проблеми, викликані бойовими діями

Бойові дії мають серйозні наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей, викликаючи екологічні проблеми, які можуть мати тривалі наслідки. Бойові дії можуть призвести до викидів шкідливих речовин у повітря, забруднення ґрунту та водних ресурсів, руйнування екосистем та втрати біорізноманіття.

Наприклад, в результаті дій Російської Федерації під загрозою знищення перебуває значна частина природоохоронної мережі Європи, зокрема 160 об'єктів Смарагдової мережі, які є важливими територіями для збереження видів і оселищ на загальноєвропейському рівні. Крім того, 17 Рамсарських об'єктів, що включають водно-болотні угіддя з міжнародним значенням, також перебувають під загрозою. В цілому, близько 20% площі всіх заповідних територій України знаходяться в небезпеці через дії Російської Федерації.

Примітно, що ці наслідки є результатом дій Російської Федерації, а не являються простими природними процесами чи необхідними наслідками війни [5].

Насамперед увагу громадськості, політиків та професійних екологів привертає

небезпека безпосереднього впливу бойових дій на стан довкілля, і здебільшого це стосується хімічного забруднення. Відомо, що такий вплив може бути пов'язаний із потраплянням до навколишнього середовища значної кількості уламків продуктів згорання боєприпасів, результатів руйнування цивільної та військової техніки, об'єктів інфраструктури, а також наслідків інших видів впливу збройних сил (наприклад, пересування важкої техніки та забруднення довкілля паливно-мастильними матеріалами). Багато забруднюючих речовин, що потрапляють до навколишнього середовища таким чином, можуть залишатися в ньому протягом тривалого часу. Будучи мобільними, вони переміщуються ланцюгами харчування біологічних організмів і становлять безпосередню загрозу для населення через свою токсичність, канцерогенність і мутагенність.

Заподіяних не остаточних екологічних збитків від війни нанесено на 55 млрд. \$ [6].

1 970 млрд грн

🌬️ Повітря 994 354 млрд грн

- горіння нафтопродуктів 50 654 млн грн
- лісові пожежі 938 029 млн грн
- загоряння інших об'єктів 5 665 млн грн

♂️ Ґрунти 12 млрд грн

- забруднення ґрунтів 12 003 млн грн

🗑️ Відходи 905 млрд грн

- засмічення земель відходами 904 633 млн грн

Рис.1.2. Орієнтовні розрахунки збитків нараховані Державною екологічною інспекцією відповідно до затверджених методик

Такий вплив пов'язаний з уламками боєприпасів, руйнуванням техніки та інфраструктури, а також іншими наслідками військових дій. Основні загрози включають затоплення шахт та потрапляння отруйних шахтних вод на поверхню, забруднення річок та моря, пошкодження очисних споруд та сховищ відходів, пошкодження заповідних територій, забруднення повітря та ґрунтів, руйнування ландшафтів та рослинності, втрату лісових площ через пожежі.

Внаслідок війни пошкоджені промислові підприємства, що призводить до звільнення хімічних речовин та інших викидів небезпечних речовин в атмосферу, що призводить до погіршення якості повітря та здоров'я людей. А також збройні конфлікти можуть призводити до вивільнення радіоактивних речовин, що може призвести до радіаційного забруднення території та загрози здоров'ю людей. Окрім цього, внаслідок війни та знищення промислових підприємств, значна кількість небезпечних відходів залишилася на території Донбасу без належного контролю та збору. Це призвело до значних забруднень ґрунтів, повітря та водних ресурсів, що має серйозні наслідки для екосистем регіону та здоров'я місцевого населення.

Подібні виклики із відновленням ґрунтів мали й інші Європейські країни. Приміром, Франція та Бельгія. У Франції після Першої світової війни були створені так звані “червоні зони”, звідки виселили всіх жителів, а будь-яка діяльність була заборонена. Зокрема, таким місцем стала площа понад 1200 кв.км. у районі Верденської битви. Однак вже за кілька десятиліть, шляхом очищення та природного відновлення землі цю ділянку вдалось зменшити до 100 км.кв.

Якщо дивитись на досвід Франції після першої світової війни через 10-20 років вони повернули велику частину з консервування, але частина законсервована і досі, через понад 100 років після закінчення війни [7].

Військовими діями, руйнацією інфраструктури та екологічно небезпечних підприємств на тимчасово окупованій території України порушено екологічну рівновагу, що призвело до небезпечних змін стану довкілля, спричинило шкоду здоров'ю та порушило безпеку життєдіяльності для п'яти мільйонів населення на території близько 30 тисяч квадратних кілометрів.

Основними загрозами є:

1. Затоплення шахт та можливість виходу токсичних шахтних вод на поверхню, проникнення у підземні води;
2. Загроза потрапляння їх до річки Сіверський Донець та Азовського моря;
3. Припинення роботи очисних споруд та пошкодження сховищ токсичних та радіоактивних відходів;
4. Пошкодження територій природно-заповідного фонду;

5. Забруднення атмосферного повітря та ґрунтів хімічними продуктами внаслідок вибухів боєприпасів;

6. Знищення ландшафтів та рослинності у зв'язку з використанням військової техніки та будівництвом оборонних споруд;

7. Знищення значних площ лісів внаслідок викликаних воєнними діями пожеж та неконтрольованих рубок.

Протягом останніх років на зазначених територіях практично відсутня можливість для оцінки пошкоджень природних комплексів та промислових об'єктів, проведення необхідних ремонтних і відновлювальних робіт, а також здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Проведення екологічного моніторингу стану території Донецької та Луганської областей, де органи державної влади тимчасово не здійснюють свої повноваження, з можливим залученням міжнародних екологічних експертів з метою оцінки екологічної ситуації, стає все більш актуальним.

У зоні повномасштабних збройних конфліктів є неминуче нанесення шкоди природним екосистемам і біорізноманіттю, включаючи втрату лісових масивів, які важливі для очищення повітря та підтримання родючості ґрунту, а також знищення тваринних видів, включаючи звірів, птахів та риб.

Економічний розвиток регіону та його населення суттєво знижується, оскільки зупиняються/знищуються виробництва та зупиняється/зникає інвестування. Внаслідок цього, люди можуть стикатися з проблемами зайнятості, зниженням рівня життя та погіршенням медичної допомоги. Загальною проблемою є також зниження екологічної свідомості населення в умовах бойових дій. Зокрема, в зоні конфлікту може бути порушено нормальне функціонування органів влади, знижено рівень освіти та медичної допомоги, що може призвести до збільшення кількості хвороб та погіршення стану довкілля.

Загалом, екологічні проблеми, викликані бойовими діями, можуть мати серйозні наслідки для довкілля, економіки та життя людей в цій регіоні. Це підкреслює важливість захисту природних ресурсів та забезпечення миру та

стабільності в світі.

Бойові дії можуть призвести до руйнування і забруднення водних ресурсів, що негативно відображається на здоров'ї людей і викликає екологічні катастрофи. Внаслідок бойових дій може бути порушено біологічний баланс в екосистемах, що призведе до виснаження родючості ґрунтів та зниження якості ґрунтових вод.

Під час активних бойових дій на території Донбасу великі підприємства хімічної, металургійної та інших виробничих галузей мали серйозний вплив на екологічну ситуацію в регіоні. Надзвичайно високі температури та експлозії призвели до вивільнення в атмосферу великих кількостей токсичних речовин та інших шкідливих речовин, що мали серйозний вплив на екологічну ситуацію в регіоні. Поновлення промисловості в зоні конфлікту також ускладнюється через наявність мін та нерозірваних боєприпасів.

Таким чином, російсько-українська війна призвела до серйозних екологічних проблем, які не можна вирішити швидко та легко. Необхідно внести значні зусилля для поновлення промислового виробництва та відновлення екологічної ситуації.

1.4. Європейський підхід до вирішення екологічних проблем вугільних регіонів на прикладі енергетичного сектору

Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року" був ухвалений Верховною Радою України 28 лютого 2019 року коротко описує проблеми, з якими стикається держава в галузі екології, принципи політики в цій сфері, стратегічні цілі та етапи їх досягнення. Особлива увага приділена екологічному стану Донбасу, який є однією з найбільших проблем українського довкілля.

Закон констатує, що внаслідок військових дій, руйнування інфраструктури та наявності екологічно небезпечних підприємств на тимчасово окупованих територіях України порушена екологічна рівновага. Однак, закон обмежує екологічні проблеми Донбасу лише тими районами, які перебувають поза під контролем уряду Донецької та Луганської областей.

Проте, виклики пов'язані з переходом до низьковуглецевого розвитку, не є унікальними для України. Багато західних країн уже успішно реалізують проекти зі зменшення використання викопних палив та розвитку ефективної генерації з відновлюваних джерел енергії. Важливо враховувати досвід тих країн, які вже успішно пройшли через схожі процеси. Один з ключових факторів успіху полягає в тому, щоб враховувати потреби та інтереси місцевого населення та працівників. В основі ефективних трансформацій лежить принцип справедливої трансформації.

Так, справедлива трансформація є актуальною темою на світовій арені. Відповідно до Керівних принципів Міжнародної організації праці, справедлива трансформація має забезпечувати гідне життя для всіх, враховуючи потреби інвесторів, підприємців, працівників і місцевих спільнот. Ця модель розвитку передбачає здійснення перетворень, які сприятимуть розвитку економіки на основі відновлюваної енергії та зменшенню викидів парникових газів, а також забезпеченню працівників та місцевих спільнот засобами до існування. Справедлива трансформація є ключовим елементом досягнення глобальних цілей у зменшенні викидів та пристосуванні до змін клімату, а також у забезпеченні сталих рішень для розвитку майбутніх поколінь.

Також справедлива трансформація згадується у Паризькій кліматичній угоді, ратифікованою Україною у 2016 р. Відповідно до неї "сторони угоди беруть до уваги нагальну необхідність справедливої трансформації робочої сили і створення гідної праці та якісних робочих місць відповідно до визначених на національному рівні пріоритетів розвитку». Важливий принцип дієвої справедливої трансформації - широкий соціальний діалог між усіма зацікавленими сторонами: представниками органів державної влади та місцевого самоврядування, громадянського суспільства, науки, медіа та бізнесу. Держава, розробляючи необхідні національні стратегії підтримки, повинна розуміти запити людей, які проживають на даних територіях і залежать від моновиробництв. У свою чергу, представники регіонів мають чітко окреслити список власних потреб і конкретні моделі їх задоволення [8].

Процес трансформації вугільної промисловості в Німеччині супроводжувався відшкодуванням працівникам, які втратили роботу, компенсацією для регіонів, що

стали менш привабливими для інвесторів, та фінансуванням досліджень з альтернативних джерел енергії. Також уряд Німеччини відводив кошти на розвиток інфраструктури та підтримку підприємств, які займаються виробництвом відновлюваної енергії.

У результаті такої політики Німеччина здійснила значний прогрес у зменшенні викидів парникових газів, збільшивши при цьому виробництво електроенергії з відновлюваних джерел. Також вона стала лідером у світі за кількістю сонячних та вітрових електростанцій. Зайнятість у вугільній промисловості зменшилася з 750 тис. працівників у 1957 р. до 20 тис. - у 2018-му.

Інші країни ЄС також реалізують схожі проекти, спрямовані на справедливу трансформацію регіонів, що залежать від вугільної та інших викопних видів енергії. У Польщі, наприклад, уряд створив спеціальний фонд, який фінансує відновлювану енергетику та інші проекти з екологічної модернізації регіонів.

В Україні також проводяться заходи з справедливої трансформації регіонів. У 2020 році була затверджена Стратегія зеленого зростання, яка містить дієві кроки для зменшення залежності від викопних видів енергії та розвитку відновлюваної енергетики.

Німецькі політичні діячі вчасно зрозуміли, що неможливо знайти єдину галузь, яка могла б повністю замінити вугільну промисловість. Як наслідок, на місці колишніх вугільних підприємств почали будувати об'єкти відновлюваної енергетики, технопарки та університети. Один з найвідоміших прикладів цього - місто Дортмунд, де було створено штучне озеро (Phoenix-See) на місці колишнього сталеливарного заводу, навколо якого з'явився сучасний квартал з бізнес-центрами та приватними будинками.

Схожі процеси відбуваються і в Чехії. У жовтні 2015 року чеський уряд, за ініціативою представників місцевого самоврядування шахтарських міст, прийняв рішення про розробку стратегії економічної реструктуризації трьох вугледобувних регіонів - Устецького, Карловарського та Моравсько-Сілезького країв. Це призвело до розробки програми Re:START. Першочерговими завданнями цієї програми є виділення 1,5 млрд євро на економічний і соціальний розвиток цих територій

протягом перших трьох років. Основними елементами трансформації, визначеними в стратегії, є розвиток бізнесу, інновацій і соціальна стабілізація [9].

Як наслідок, було відкрито кілька "інноваційних центрів", спрямованих на стимулювання ведення бізнесу в регіонах, реалізовано навчальні програми для місцевого населення та керівництва міст (Místa zblízka), створено мобілізаційні платформи задля напрацювання варіантів реабілітації регіону (Re:Vize Ústí).

Крім того, платформа "Трансформація вугільних регіонів" виступає важливим інструментом для підтримки перехідних процесів у регіонах, що залежать від вугільної промисловості. Ця організація забезпечує повернення фінансових ресурсів та надання технічної допомоги для реалізації проектів, спрямованих на розвиток альтернативних галузей економіки та соціально-економічного розвитку територій. Крім того, платформа сприяє вивченню кращих практик, обміну досвідом та співпраці між різними вугільними регіонами Європи.

Україна не може похвалитися схожою ініціативою. Вугільна галузь у країні повністю залежить від регулярних державних дотацій у мільярдних сумах, а зайнятість у цьому секторі з кожним роком зменшується. Ситуація ще більше погіршилась після початку війни на Сході.

Важливим є затвердження списку шахт, які підлягають ліквідації. Чітке розуміння майбутньої долі місцевих шахт дозволяє керівництву міст та мешканцям регіону розпочати процес відповідального планування закриття підприємств і диверсифікації економіки [10].

Програми підтримки шахтарських територій є одним із ключових компонентів успішної трансформації. Зволікання з їх прийняттям неминуче призводить до відтермінування вирішення вже наявних соціально-економічних проблем і гальмує подальший розвиток вугільних регіонів.

1.5. Міжнародна практика трансформації доквілля агломерації

Міжнародна практика трансформації доквілля агломерацій включає в себе різні підходи та методики, які спрямовані на зменшення викидів токсичних речовин та

поліпшення якості повітря в міських районах. Одним з таких підходів є використання сучасних технологій очищення повітря, таких як каталітичні очисники, фільтри, електростатичні системи тощо.

Крім того, у Міжнародній практиці широко використовуються інструменти економічної стимуляції, такі як квотування викидів, збільшення податкових ставок на забруднення, торгівля викидними квотами тощо. Такі інструменти допомагають зменшити викиди токсичних речовин та забезпечити фінансову стимуляцію для підприємств, які працюють над зниженням свого впливу на довкілля.

Одним із прикладів міжнародної практики трансформації довкілля агломерації є програма "Чисте місто" (Clean Air Program) в Чикаго, США. Ця програма була започаткована в 1997 році з метою зменшення рівня забруднення повітря у місті. В рамках програми було прийнято різноманітні заходи, такі як встановлення нових стандартів якості повітря, розробка та впровадження нових технологій очищення викидів забруднюючих речовин, зменшення використання вугілля та інших джерел енергії, що сприяло зменшенню кількості забруднюючих викидів у повітря. У результаті цих заходів вдалося зменшити рівень забруднення повітря у Чикаго на 68% за період з 1990 по 2018 рік.

Іншим прикладом можна назвати програму "Чисте повітря для Європи" (Clean Air For Europe) в Європейському Союзі. Ця програма була започаткована у 2001 році з метою зменшення забруднення повітря в країнах-членах ЄС. У рамках програми були прийняті різноманітні заходи, такі як розробка та впровадження нових стандартів якості повітря, розвиток нових технологій очищення викидів, зменшення використання вугілля та інших джерел енергії, сприяння розвитку відновлювальних джерел енергії та ін. У результаті цих заходів вдалося зменшити кількість забруднюючих викидів на 29% за період з 1990 по 2010 рік [11].

Щодо інших міжнародних прикладів, можна згадати реконструкцію довкілля міста Кракова в Польщі. У 90-х роках місто стало одним з найбільш забруднених в Європі через велику кількість важких промислових підприємств. Однак, за останні десятиліття відбулася значна реконструкція довкілля, що принесла позитивні результати. Зокрема, було введено екологічні стандарти для автомобільного

транспорту, запроваджено міський електротранспорт та оновлено систему опалення у будинках.

Іншим прикладом є реконструкція довкілля в місті Хімей у Китаї. Місто, яке протягом десятиліть було центром важкої хімічної промисловості, стало одним з найбільш забруднених міст світу. Проте, завдяки величезним зусиллям влади та громадських організацій, були проведені роботи з очищення ґрунтів та водоймищ, забруднених токсичними речовинами.

Для реалізації подібних проектів в Україні необхідне не лише державне, але й громадське підтримка та активна участь громадян.

Національна стратегія економічного і соціального розвитку України на період до 2020 року, затверджена Указом Президента України від 12 червня 2015 року № 287/2015, передбачає заходи щодо підвищення екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища на Донбасі, включаючи модернізацію обладнання та технологій промисловості, зменшення викидів в атмосферу та водні об'єкти, впровадження системи поводження з відходами та рекультивації земель.

Також, у 2019 році була затверджена Державна програма екологічного відновлення Донбасу, яка передбачає проведення робіт з очищення забруднених земель, водойм та повітря, рекультивацію після шахт та розвиток відновлювальної енергетики на території Донбасу.

Однак, війна та конфлікт на сході України продовжуються, що ускладнює реалізацію екологічних заходів на території Донбасу. Збройні конфлікти та незаконна окупація територій призводять до погіршення екологічної ситуації, забруднення повітря, води та ґрунту, загрози життю та здоров'ю людей. Також, внаслідок конфлікту були пошкоджені і знищені багато промислових підприємств, що призвело до зупинки їх діяльності та погіршення стану довкілля.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ДІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ ЩОДО МІСТ ДОНБАСУ

2.1. Моніторинг атмосферного повітря міст

Моніторинг атмосферного повітря – це система спостережень за станом атмосфери, його забрудненням і природними явищами, які відбуваються в ньому, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря (контроль, аналіз, висновки).

В даний час в багатьох містах промислово розвинених країн створюється мережа пунктів спостереження (моніторингу) за забрудненням повітря. За останнє десятиліття дана система отримала значне розширення і розвиток. Збільшилося число міст, в яких ведеться контроль за забрудненням повітря, число пунктів спостережень в них і спостережуваних інгредієнтів. Розроблені нові методи і технічні засоби вимірів, у тому числі автоматичні прилади і системи контролю. Характерною особливістю розвитку моніторингу є і те, що організацією і вдосконаленням його у ряді країн активно зайнялися метеорологічні відомства. Це дозволило підвищити науково-технічний рівень спостережень, що проводилися, і одночасно з виміром концентрацій шкідливих речовин вивчити метеорологічні, топографічні і інші чинники, що визначають їх розподіл в атмосфері.

Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря. Він є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля України.

Проведення моніторингу атмосферного повітря має на меті отримання: первинних даних контролю за викидами та спостережень за станом забруднення; узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу; узагальнених даних про склад та обсяги викидів забруднюючих речовин; оцінки

рівня та ступеня небезпечності забруднення для довкілля та життєдіяльності населення; оцінки складу та обсягів викидів забруднюючих речовин.

Моніторинг атмосферного повітря міст Донбасу є важливою проблемою екології регіону. Оскільки промисловість та транспорт мають значний вплив на якість повітря, використання спеціальних датчиків із запрограмованою системою збору даних є дуже корисним для вивчення рівня забруднення та розробки заходів щодо його зменшення.

Згідно з науково-дослідною роботою "Моніторинг забруднення атмосферного повітря міст Донбасу" (2019), проведення моніторингу проводилось за допомогою мобільних аналітичних комплексів, які були встановлені на автомобілях. Дані збиралися щогодини, аналізувалися та оброблялися. Результати моніторингу вказали на те, що концентрації забруднюючих речовин в атмосфері вищі, ніж в місцевих стандартах.

Дані з моніторингу використовувалися для створення карт забруднення атмосферного повітря та розрахунку викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Використання цих даних дозволяє оцінити рівень забруднення повітря та розробити заходи для його поліпшення [12].

Стан Донбасу впливає на багато аспектів життя, включаючи економіку, соціальні умови та навколишнє середовище. Конфлікт на сході України призвів до значного погіршення екологічної ситуації в регіоні. Зокрема, бойові дії та неповний контроль над деякими територіями спричинили значну кількість забруднень, включаючи воду, повітря та ґрунт. Це може мати негативний вплив на здоров'я місцевих жителів, а також на природні екосистеми.

Одним з найбільших екологічних проблем Донбасу є вугільна промисловість, яка використовує застарілі технології та часто порушує вимоги щодо викидів шкідливих речовин у повітря та воду. Багато міст регіону також мають проблеми з утилізацією відходів та поводженням з небезпечними відходами.

Незважаючи на це, останні роки були виділені для зусиль з поліпшення екологічної ситуації в Донбасі. Уряд України та міжнародні організації спрямовують зусилля на реконструкцію та модернізацію промислових підприємств, підвищення

стандартів екологічної безпеки та покращення утилізації відходів.

Проте, на жаль, конфлікт на сході України продовжується, що ускладнює ситуацію з екологічними проблемами в Донбасі та призводить до подальшого забруднення довкілля.

Боротьба зі зміною клімату та запобігання зміні клімату є складною системою заходів, що передбачає координацію зусиль на міжнародному та національному рівнях. Зокрема, міжнародні угоди, такі як Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Кіотський протокол до неї та Паризька кліматична угода, встановлюють загальні цілі та зобов'язання для країн щодо скорочення викидів парникових газів та зменшення впливу на клімат.

Національні уряди, у свою чергу, розробляють власні стратегії та плани дій щодо боротьби зі зміною клімату, які можуть включати такі заходи, як підтримка використання відновлюваної енергії, енергоефективність, впровадження екологічної технології, підтримка стійкого лісового господарства, зменшення використання автомобілів та інші.

2.2. Дослідження вмісту та контроль важких металів в ґрунтах та поверхневих водах

Беручи до уваги той факт, що в зонах бойових дій спостерігаються значні зміни у ландшафті та геохімічна деградація геосистеми, можна зробити припущення, що головною причиною цих небезпечних змін є пошкодження ґрунтового профілю та забруднення його хімічними елементами внаслідок попереднього промислового та військового впливу. Протягом останніх років, через техногенні фактори, геохімічні поля в зоні зіткнення військових формувань потерпіли майже необоротні зміни, особливо помітні у підвищенні концентрації деяких металів у верхньому шарі ґрунту. На сході України, великі промислово-міські агломерації та гірничодобувні райони впливають на забруднення ґрунтів, а, отже, і на формування геохімічних аномалій, переважно через викиди в атмосферу, що значно впливає на просторовий розподіл забрудників у ландшафтно-техногенній системі. Таким чином, наявність геохімічних

аномалій у ґрунтах є важливим індикатором забрудненості територій. Ґрунти виконують роль засобу накопичення та одночасно буферної системи екосистем в умовах воєнно-техногенного та промислового забруднення. При проведенні польових досліджень з відбором проб ґрунтів були враховані особливості ландшафтно-техногенних систем.

У ґрунтовому покриві переважають різні типи чорноземів: звичайні малогумусні на глинистих лісах, звичайні середньо гумусні на глинистих лісах, неглибокі на важко суглинкових лісах та солонцюваті на важких глинах. Ці ґрунти характеризуються підвищеним вмістом різних важких металів, таких як титан, свинець, цинк, мідь, кобальт та хром. Для чорноземів звичайних неглибоких на важко суглинкових лісах також є характерним підвищений вміст марганцю.

Східна частина України геологічно відрізняється від інших регіонів степової частини країни. Ця територія належить до ландшафтів північних степів, які охоплюють розчленовані схили лісових височин, такі як південно-дніпровські, південно-подільські, дніпровські, донецькі та гуляйпільські ландшафти кальцієвого класу. Також є ландшафти дніпровського кальцієвого та кальцієво-натрієвого класу, а також кальцієво-магнієві ландшафти алювіальної Дніпровської рівнини з рослинністю типчакового типу на малогумусних чорноземах.

Донецька область, а також південь Луганської області відносяться до територій, де переважає акумуляція промислових забруднень. Більшість досліджуваних територій належать до ландшафтів з високою здатністю до накопичення забруднень.

Донецька область, а також південь Луганської області відносяться до територій, де переважає акумуляція промислових забруднень. Більшість досліджуваних територій належать до ландшафтів з високою здатністю до накопичення забруднень.

Південь Донецької області відноситься до ландшафтів з здатністю до самоочищення. У цій області спостерігаються різні асоціації хімічних елементів, таких як свинець, ванадій, хлор, нікель тощо.

Забруднення ґрунтів поза зоною бойових дій та в зоні впливу бойових дій.

Показники	К-сть пар. точок	Точки поза зоною бойових дій			Точки у зоні впливу бойових дій			ГДК
		мін.	серед.	макс.	мін.	серед.	макс.	
Залізо загальне (мг/кг)	10	2200	3178	3582	2618	3104	3929	-
Марганець (мг/кг)	10	101,1	321,5	428,7	170	276,4	429,0	1500
Хром загальний (мг/кг)	10	32,14	98,1	157,8	36,45	77,32	246,7	100
Нікель (мг/кг)	10	38,59	75,4	192,8	33,17	68,9	114,2	80
Цинк (мг/кг)	10	17,52	43,41	97,09	31,26	44,03	88,54	20
Свинець (мг/кг)	10	0	10,45	32,41	0	13,33	71,57	30
Мідь (мг/кг)	10	2,900	7,965	10,94	6,060	8,025	11,98	55
Кадмій (мг/кг)	10	0,51	0,54	0,62	0,50	0,59	0,70	0,5
Стронцій (мг/кг)	10	0,20	0,20	21,9	0,20	5,63	25,6	-
Ртуть (мг\кг)	10	0,006	0,325	0,800	0,006	0,525	2,05	2,1
Титан (мг/кг)	10	548,3	1078	1978	794,6	1119	1690	-
Ванадій (мг/кг)	10	28,96	73,93	117,3	56,94	92,29	122,0	150
Нафтопродукти (мг/кг)	7	10	50	2270	0	40	110	-
Сірка (мг\кг)	2	4,74	-	21,15	16,19	-	22,33	-
у-випромінювання (мкР/годину)	10	9	10,5	11	9	11,5	13	30

Так виявлено, що вміст хрому, нікелю, свинцю та міді в ґрунті значно перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК). Особливо високі значення хрому та свинцю виявлені у зоні Регіонального ландшафтного парку "Клебан-Бик",

селищі Суха Балка, Костянтинівському районі, селищі Карлівка, місті Маріуполь, мікрорайоні Східний, горі Карачун у місті Слов'янськ, а також на Залізничному вокзалі станції Слов'янський курорт. Максимальний вміст міді був зафіксований у місті Краматорськ, на фільтрувальній станції КПП "Краматорський водоканал" (поблизу військового аеродрому) і перевищував значення ГДК більше ніж в 10 разів.

Майже вдвічі перевищення ГДК міді було зафіксовано на таких точках відбору проб ґрунту: Слов'янська ТЕС, дамба скидного колодязя № 2, місто Сіверськ, стадіон «Авангард» (у районі Відділення Українського степового природного заповідника НАН України «Крейдяна флора»), смт. Білогорівка, Західна ФС КП «Попаснянський Районний Водоканал» (поблизу Лисичанського НПЗ).

Фоновий вміст стронцію у ґрунті складає приблизно 0,035 мг/кг, а виявлені значення становили від 340 до 10~4 %. Перевищення стронцію у цих точках відбору складало декілька десятків разів.

Значне перевищення ГДК елементів спостерігалось у точці відбору залізничного вокзалу станції Слов'янський курорт (у районі Регіонального ландшафтного парку «Слов'янський курорт») і було пов'язане з впливом залізничної магістралі та виробничого об'єднання «Хімпром» [13].

Оскільки ванадій, залізо, хром, нікель, цинк і мідь входять до складу боєприпасів, а марганець, ртуть і кадмій до складу вибухових речовин артилерійських боєприпасів, можна припустити, що підвищений вміст деяких елементів також може бути пов'язаний з використанням зброї.

Отже, було виявлено, що в ґрунті перевищувалися ГДК стронцію, який мав найвищий фоновий вміст. Хром, нікель, мідь, свинець і цинк перевищували норми вмісту ґрунту

За підрахунками Української природоохоронної організації, боєприпасами та шкідливими речовинами в Україні можуть бути забруднені майже третина площ. Вже зараз, на деяких ділянках фронту вміст важких металів у ґрунтах подекуди у 25 разів перевищує норму. Та й до війни вона була “завантажена” з екологічної точки зору. Вміст шкідливих металів, таких як мідь, свинець, кадмій, хром, стабільно перевищує норму в 3–4 рази, а на деяких ділянках норма перевищена в 25 разів.



Рис.2.2. Мапа українських агроландшафтів в контексті російської військової агресії. Більш темний колір позначає агроландшафти України, які можуть знаходитись в межах зони ризикового сільського господарства

Основними джерелами питної води для Донецької та Луганської областей (на території під контролем України до 2022 року) є поверхневі та підземні води басейну річки Сіверський Донець (80% з русла через системи, такі як канал Сіверський Донець-Донбас з 4 резервними водосховищами та Другий Донецький магістральний водогін) та річки Кальміус (річка Кальчик, Старокримське водосховище) - басейн річок Приазов'я.

На якість води впливають як природні, так і антропогенні фактори. Внаслідок інтенсивного використання водних ресурсів змінюються не лише обсяги води, але й її якість. На Донбасі існує багато різних загроз, пов'язаних з погіршенням водних ресурсів. Це включає затоплення шахт, руйнування захисних споруд навколо так званих хвостовищ (озера, де зберігаються стічні води) і наявність шкідливих речовин, зокрема ртуті, яка використовувалася в хімічному виробництві.

Зміна кількості важких металів в донних відкладах Клебан-Бицьке та Карлівського водосховища.

Показники	Клебан-Бицьке водосховище		Карлівське водосховище	
	2008	2017	2008	2017
Залізо загальне (мг/кг)	27070	2667	28390	3240
Хром загальний (мг/кг)	444,7	99,1	393,7	97,14
Нікель (мг/кг)	63,50	104,9	61,90	44,55
Цинк (мг/кг)	173,1	41,7	164	28,22
Свинець (мг/кг)	35,8	35,8	35,6	0
Мідь (мг/кг)	284,7	7,13	271,7	4,56
Кадмій (мг/кг)	5,10	1,21	4,76	2,23
Стронцій (мг/кг)	90,3	481,6	85,6	464,5
Титан (мг/кг)	4944	2158	4592	96,22
Ванадій (мг/кг)	93,5	43,24	90,2	96,22
Барій (мг/кг)	750,3	13350	724,1	15200

Хімічне забруднення води (як поверхневої, так і підземної) відбувається через витоки шкідливих неорганічних та органічних домішок у водойми. Більшість з цих речовин є токсичними, зокрема сполуки миш'яку, свинцю, міді, кадмію, хрому, фтору тощо [14].

Важкі метали є потенційним забруднювачем поверхневих вод. Вони можуть потрапляти у водойми через різні джерела, такі як промислові викиди, водні стічні води, зливи з доріг і територій, які використовуються для зберігання відходів. Важкі метали можуть мати негативний вплив на екосистеми водойм і на здоров'я людей, які використовують ці води для різних цілей. Тому, важливо здійснювати моніторинг вмісту важких металів у поверхневих водах та приймати заходи для запобігання їх забрудненню.

На прикладі хімічного складу в донних відкладах поверхневих вод двох водосховищ, можна сказати, що кількість важких металів та стан донних відкладень важких металів змінився в 2-10 разів. Це показує, те що регіон з великою індустріальною антропогенною потужністю має ознаки самовідновлення.

2.3. Методи дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод

У багатьох країнах, включаючи Україну, вже давно спостерігаються та вивчаються природні зміни в довкіллі, такі як кліматичні, гідрометеорологічні, геофізичні та інші, які відбуваються взаємодією з антропогенними явищами. Проте, для того щоб виявити певні зміни на фоні цих явищ, визначити закономірності їх прояву та передбачити майбутні зміни, необхідно організувати спеціальні систематичні дослідження за спостереженням стану довкілля.

Що стосується радіонуклідного забруднення водних ресурсів, то для України у теперішній час це не є головною проблемою. Навіть під час аварії на Чорнобильській АЕС в 1986 році, коли більшість природних об'єктів було сильно забруднене радіонуклідами, питна вода, як правило, відповідала тимчасовим нормам щодо вмісту радіонуклідів. Це сталося через особливості фізико-хімічного стану радіонуклідів, які утворили слабозрочинні аерозолі з високою питомою масою. Проте, більшість великих річок в Україні є транскордонними, тому існує небезпека радіоактивного забруднення ззовні.

Під радіоактивним забрудненням води слід розуміти вміст в ній природних чи штучних радіонуклідів у таких кількостях, у яких її споживання у якості питної чи поливної води може завдати шкоду для здоров'я людини.

У процесі збагачення природних вод радіоактивними елементами велику роль відіграють:

1. Ступінь розкриття геологічних структур або їх елементів;
2. Клімат;
3. Гідрогеологічні умови.

Вивчення розподілу радіоактивних речовин у водних екосистемах має

важливий практичний і теоретичний інтерес в першу чергу у зв'язку з експлуатацією підприємств атомної енергетики, а також в рамках дослідження загальних закономірностей міграції і концентрування природних і штучних радіонуклідів різними компонентами гідробіоценозів і участі в цих процесах живих організмів.

Два основних первинних джерела радіонуклідів, що потрапляють у водойми, включають:

1. Аеральне надходження - випадання радіоактивних ізотопів, як природних, так і штучних, з атмосфери на поверхню водойми;
2. Розчинення у водоймах - радіоактивних елементів та ізотопів, що містяться у земній корі, розчиняються та потрапляють у воду.

Вторинне забруднення водойми радіоактивними речовинами формується через:

1. Вітровий підйом та перенос радіоактивного пилю на поверхню водойм;
2. Змив радіоактивних речовин з водозбірних ділянок під час дощів, сніготанень та весняних паводків;
3. Змив радіоактивних речовин забруднених радіонуклідами територій з берегів водойми під час повеней;
4. Перенесення радіонуклідів водними потоками малих і великих річок.

Методи дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод можуть включати різні підходи, такі як хімічні, гідрологічні та геофізичні методи. Деякі з цих методів можуть включати:

1. Взірцювання та аналіз зразків підземної води: Цей метод полягає у зборі зразків підземної води з джерел забруднення та аналізі їх на вміст радіонуклідів. Дослідження повинні проводитися в лабораторії з високоточним обладнанням та з використанням відповідних протоколів;
2. Радіометричні методи: Цей метод використовує різні прилади для вимірювання радіоактивності підземних вод. Найбільш поширеними приладами є гамма-спектрометри, які здатні визначати тип та кількість радіонуклідів в зразках підземної води;
3. Гідрогеологічні методи: Цей метод використовується для визначення розподілу підземних вод та напрямку їх руху. Це може бути корисно для визначення

місця джерела забруднення та розуміння того, як швидко воно може поширюватися;

4. Моделювання та прогнозування: Цей метод використовується для створення математичних моделей, що дозволяють прогнозувати розподіл та рух радіонуклідів у підземних водах. Це може допомогти встановити максимальну концентрацію радіонуклідів, що допустима для підземних вод.

Ці методи можуть застосовуватися окремо або у поєднанні між собою, щоб отримати більш точні результати та зрозуміти розподілення.

Крім тих методів, які я вже згадував, існують додаткові підходи до дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод. Ось деякі з них:

1. Тест-відгук: Цей метод полягає у використанні біологічних організмів, таких як бактерії або рослини, для визначення рівня забруднення підземних вод. Ці організми можуть бути чутливі до радіонуклідів, що дозволяє виявити місця забруднення та виміряти рівень забруднення;

2. Екологічний моніторинг: Цей метод включає систематичний збір даних про стан довкілля та екосистем в зоні дії підземних вод. Це може допомогти виявити забруднення та встановити його наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей;

3. Системи раннього попередження: Цей підхід включає в себе використання сенсорів, які здатні виявляти радіонуклідне забруднення підземних вод та повідомляти про нього оператора системи. Це дозволяє швидко вжити необхідних заходів для зменшення ризиків для здоров'я та екосистем.

Загалом, дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод є важливим завданням, оскільки забруднені підземні води можуть мати негативний вплив на здоров'я людей та екосистему в цілому. Важливо вживати відповідні заходи для попередження забруднення та моніторингу рівня забруднення для забезпечення безпеки водних ресурсів.

Загалом, методи дослідження радіонуклідного забруднення підземних вод можна класифікувати на дві категорії: інвазивні та неінвазивні.

Інвазивні методи передбачають взяття зразків підземної води та їх аналіз у лабораторних умовах. Ці методи включають в себе:

1. Буріння свердловин: Цей метод передбачає буріння свердловин для взяття зразків підземної води. Ці зразки потім аналізуються у лабораторії для визначення рівня радіонуклідного забруднення;

2. Підземне зондування: Цей метод використовується для визначення глибини та характеристик підземних водних шарів. За допомогою спеціальних зондів можна взяти зразки підземної води для подальшого аналізу.

Неінвазивні методи не передбачають прямого контакту з підземними водами. Ці методи включають в себе:

1. Геофізичні методи: Ці методи використовуються для визначення властивостей ґрунту та підземних водних шарів, таких як їх щільність та електропровідність. Це може допомогти виявити місця забруднення підземних вод;

2. Радіометричні методи: Ці методи використовуються для визначення рівня радіоактивного випромінювання на поверхні землі. Це може допомогти визначити наявність радіонуклідів у підземних водах.

Загалом, кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, тому часто їх комбінують для досягнення більш точних результатів.

Радіонуклідне забруднення підземних вод є серйозною проблемою, оскільки воно може призвести до шкідливих наслідків для здоров'я людей та екосистем в цілому. Для визначення рівня радіонуклідного забруднення підземних вод використовуються різні методи, які можна розділити на інвазивні та неінвазивні.

Комбінація різних методів може допомогти отримати більш точні результати визначення рівня радіонуклідного забруднення підземних вод та прийняти ефективні заходи для зменшення цієї проблеми.

РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ МІСТ СХОДУ УКРАЇНИ

3.1.Оцінка пошкоджень, руйнації та генерації енергетичного сектору в наслідок війни та ракетних обстрілів зимою 2022-2023 р.

Повномасштабна військова агресія Російської Федерації, розпочата 24 лютого 2022 року, мала значний негативний вплив на українську енергетику. Через їхнє економічне, гуманітарне та геополітичне значення, об'єкти енергетичної інфраструктури були одними з головних цілей для російської армії.

За період з 24 лютого 2022 по 24 березня 2023 року, Росія окупувала, пошкодила або знищила приблизно 50% встановленої потужності енергетичної інфраструктури України. Тисячі кілометрів електричних, газових та теплових мереж, трансформатори, компресорні станції, теплові котельні та інші інфраструктурні засоби були пошкоджені або зруйновані. Нафтопереробна промисловість також зазнала серйозних пошкоджень. Споживання електроенергії та природного газу зменшилося на 30-35% у порівнянні з 2021 роком [15].

Станом на березень 2023 року, Україна тимчасово втратила 43% ядерної, 75% теплової та 33% своїх потужностей з комбінованого виробництва тепла та електроенергії. Прямі збитки енергетичного сектору України, включаючи комунальні підприємства та сектори теплопостачання, були оцінені на 9,5 млрд доларів за даними Київської школи економіки та 10,6 млрд доларів за даними Світового банку. Проте, реальні збитки можуть бути більшими, оскільки інформація про енергетичні об'єкти на тимчасово окупованих територіях є неповною, а також через обмеження щодо оприлюднення детальної інформації про завдані пошкодження об'єктам енергетичної інфраструктури країни.

За період з 2007 року по 2019 рік, виробництво первинної енергії характеризувалося постійним зниженням з деякими періодами збільшення генерації на кілька років. Найвищий рівень генерації був зафіксований в 2011 році і становив

85 тис. тне, і тривав цей рівень протягом трьох років до 2013 року з незначними коливаннями. Однак, найнижчим рівнем генерації було досягнуто в 2017 році і становить близько 62 тис. тне., тобто генерація між найбільшим і найменшим значенням у відсотковому значенні становить 28%.

Це зниження генерації було пов'язане з початком гібридної військової агресії на території Донбасу навесні 2014 року. Після досягнення рівня 85 тис. тне. в 2013 році, генерація зменшилась до 78 тис. тне в 2014 році і продовжувала зменшуватись в наступні роки.

Середнім значенням генерації енергії з 2007 по 2019 рік становить 76 тис.тне.

Також з даних графіку видно зниження генерації первинної енергії в 2008 році, що було пов'язане зі світовою економічною кризою.

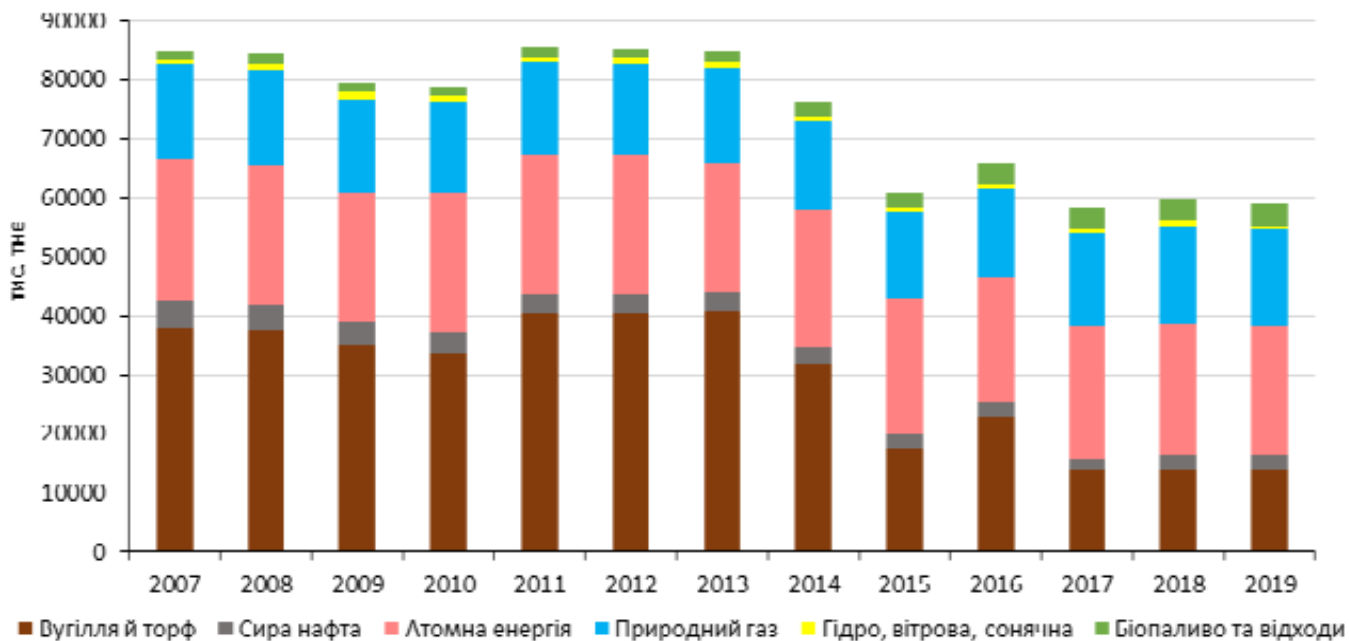


Рис.3.1. Виробництво первинної енергії в Україні [16]

На початку 2022 року РФ розпочала відкриту агресію на Україну з застосуванням ракетних обстрілів.

Масові атаки спричинили надзвичайно складний зимовий сезон для української енергетичної системи - найважчий за останні 30 років. Збитки в енергетиці призвели до рішення уряду України зупинити експорт електроенергії до Європейського Союзу з 11 жовтня 2022 року, а імпорту електроенергії - з січня 2023 року.

Окупація та руйнування об'єктів енергетичної інфраструктури призвели до значного дефіциту електроенергії, особливо в пікові години опалювального сезону 2022/2023.



Рис.3.2. Зміна споживання електроенергії в м.Києві порівняно з 2022. та 2023 р.

З 25 лютого по 24 березня 2023 року дефіцит електроенергії суттєво зменшився, хоча енергогенерації енергоблоків теплових електростанцій (ТЕС) і теплоелектроцентралей (ТЕЦ) ще не вистачало, бо аварійний ремонт не міг проводитись через пошкодження електромережі.

Варто відзначити, що атаки Росії на об'єкти енергетичної інфраструктури мають вплив не лише на постачання електроенергії, але також на надання гарячої води, опалення та забезпечення телекомунікацій та доступу до Інтернету. Наприклад, масований напад, що стався 9 березня 2023 року, спричинив значні перебої в інтернет-з'єднанні та обмеження доступу до інформації в багатьох регіонах України.

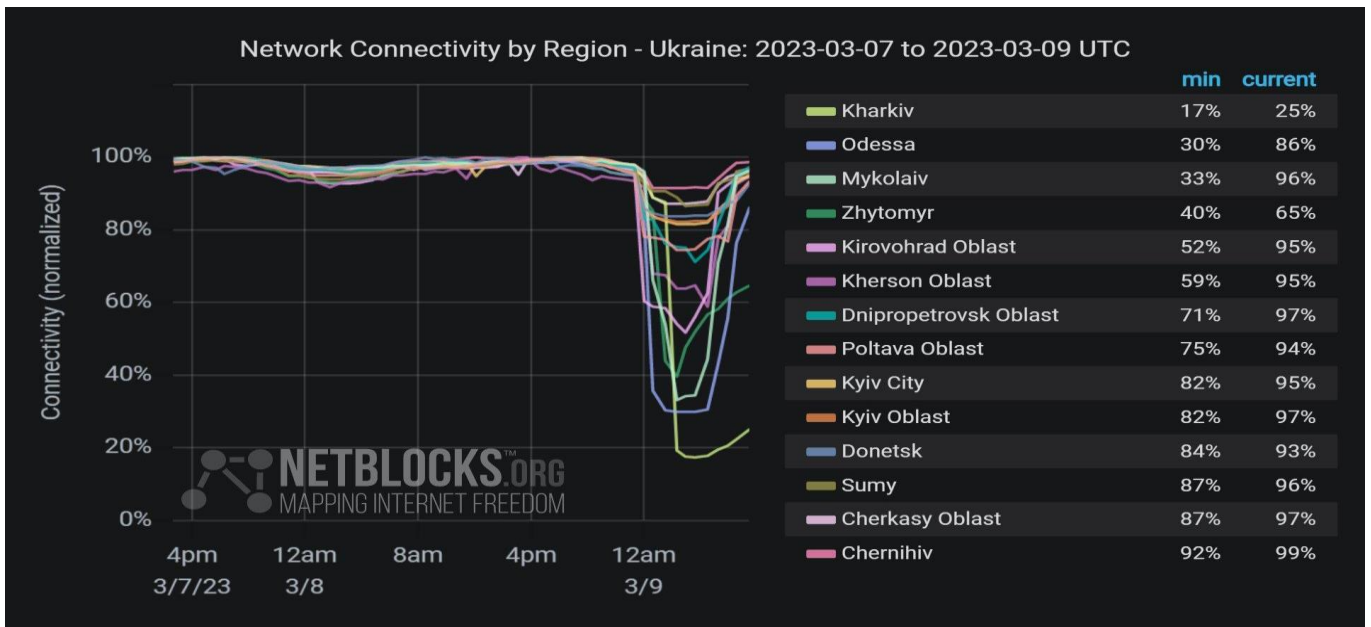


Рис.3.3. Підключення до мережі Інтернет по регіонам України [17]

За оцінкою KSE, збитки українській енергетиці склали щонайменше \$9,5 млрд, у т.ч. \$8,1 млрд в енергетичному секторі та \$1,4 млрд в комунальній інфраструктурі (включаючи централізоване опалення, водопостачання водовідведення та об'єктів поводження з побутовими відходами) [18].

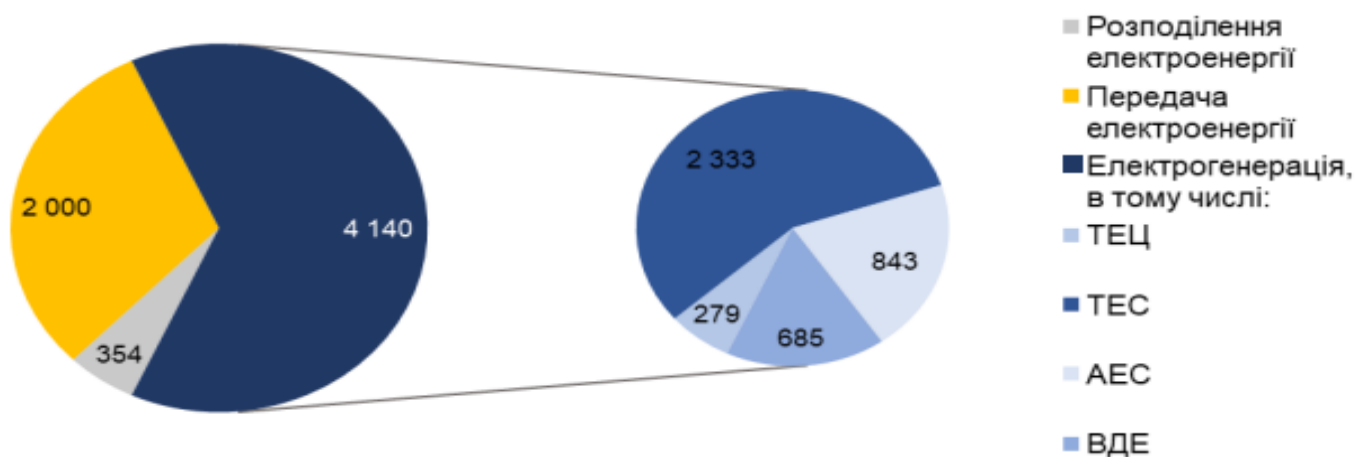


Рис.3.4. Прямі інфраструктурні збитки об'єктам електроенергетики, млн дол. США

Атомна енергетика забезпечує надійне базове навантаження та покриває більше половини виробництва електроенергії в Україні (55,5% у 2021 році). В Україні діють чотири АЕС загальною встановленою потужністю 13835 МВт (15 реакторів). Всього, в тому числі 13 реакторів потужністю 1000 МВт і два реактори потужністю 415 МВт

і 420 МВт. відповідно.

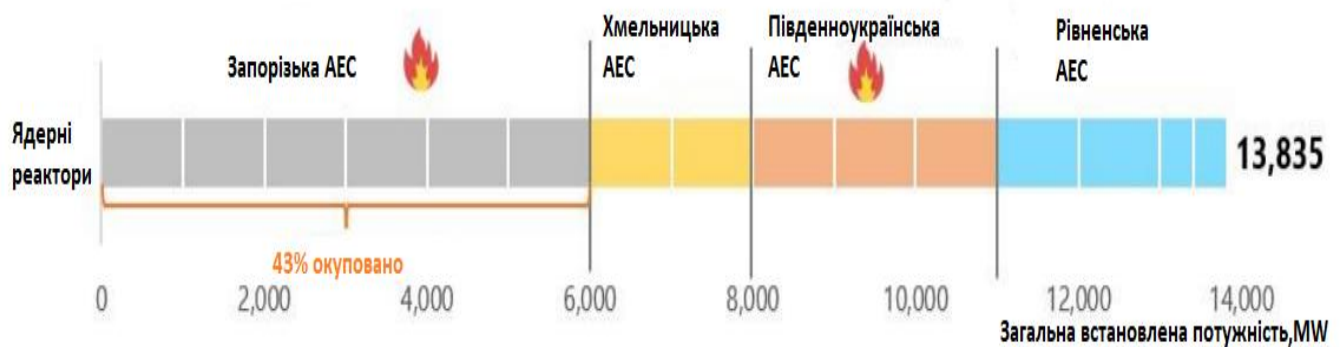


Рис.3.5. Пошкодження інфраструктури АЕС, окупація їх та енергогенерація АЕС

Запорізька АЕС (ЗАЕС), найбільша атомна електростанція в Європі та п'ята за потужністю у світі, перебуває під окупацією російських військ з початку березня 2022 р. Встановлена потужність станції становить 6000 МВт, що становить 43% від загальної встановленої потужності АЕС України.

Російське широкомасштабне військове вторгнення в Україну, станція покривала близько 25% виробництва електроенергії в Україні.

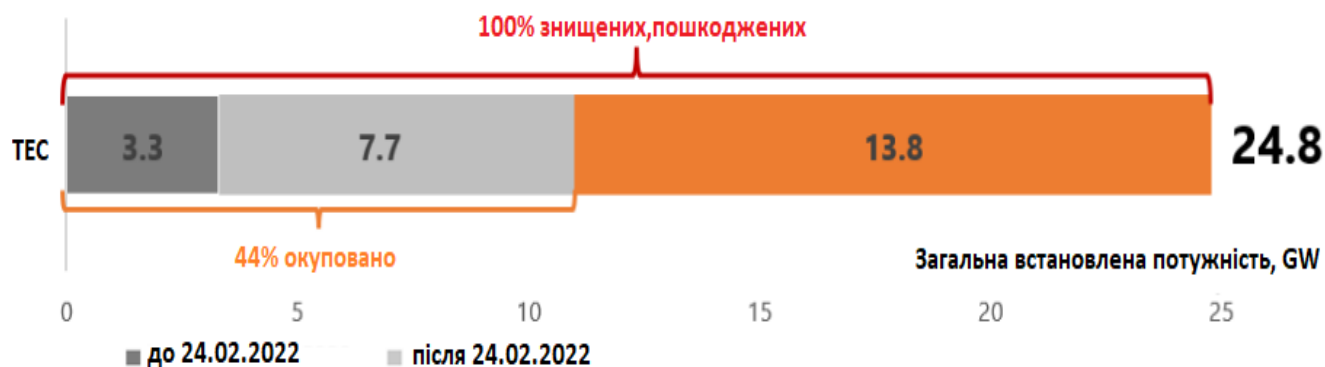
З 11 вересня 2022 року роботу ЗАЕС було призупинено. Південноукраїнська АЕС зазнала обстрілу. Також через атаки на інфраструктуру системи передачі постраждали Хмельницька АЕС та Рівненська АЕС.

У початку 2022 року в Україні було 12 теплових електростанцій (ТЕС) загальною встановленою потужністю 21,5 гігават (ГВт), за винятком станцій, що знаходилися на тимчасово окупованих територіях до 24 лютого 2022 року. Більшість цих теплових електростанцій використовували вугілля як основне паливо. У 2021 році частка теплових електростанцій у виробництві електроенергії становила 23,8%. З 2014 року на окупованому Донбасі були розташовані три теплові електростанції з загальною встановленою потужністю 3,3 ГВт.

Після 24 лютого 2022 року російські військові окупували три теплові електростанції (Запорізька ТЕС, Луганська ТЕС та Вуглегірська ТЕС) з загальною встановленою потужністю 7,7 ГВт. На сьогоднішній день Україна втратила близько 75% теплової потужності, включаючи 44% потужностей теплових електростанцій, які

зараз розташовані на тимчасово окупованих територіях.

Рис.3.6. Пошкодження інфраструктури ТЕС, окупація їх та енергенерація ТЕС



На початку 2022 року загальна встановлена потужність теплоелектростанцій (ТЕЦ) становила 6,1 ГВт (за винятком заводів, що знаходилися на тимчасово окупованих територіях до 24 лютого 2022 року). Більшість ТЕЦ використовували природний газ як основне паливо. У 2021 році частка ТЕЦ в загальному виробництві електроенергії становила 5,5%.

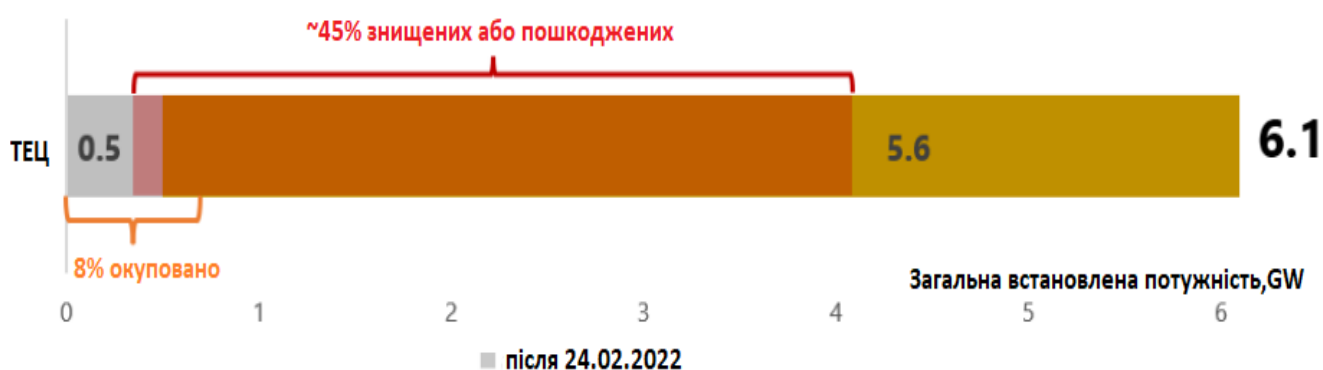


Рис.3.7. Пошкодження інфраструктури ТЕЦ, окупація їх та енергенерація ТЕЦ

На сьогоднішній день близько 8% встановленої потужності ТЕЦ було захоплено, а приблизно 45% встановленої потужності було знищено або пошкоджено внаслідок атак Росії (див. малюнок нижче).

За попередніми оцінками, протягом повномасштабного вторгнення п'ять ТЕЦ, що знаходилися близько до лінії фронту, були повністю зруйновані, а вісім ТЕЦ у Харківській, Сумській, Миколаївській та Київській областях були пошкоджені.

На початку 2022 року в Україні працювало десять великих гідроелектростанцій

(ГЕС) з загальною встановленою потужністю приблизно 4,7 ГВт (101 блок). Також були три гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС) з встановленою потужністю 1,5 ГВт. Гідроенергетика відіграє важливу роль у функціонуванні енергосистеми України, оскільки ГЕС та ГАЕС є основними постачальниками допоміжних послуг для задоволення пікового попиту на енергію та балансування періодично діючих потужностей відновлюваної енергії. ГАЕС також сприяють вирівнюванню нічного споживання електроенергії. У 2021 році частка ГЕС та ГАЕС у виробництві електроенергії становила відповідно 5,8% та 0,8%.

На сьогоднішній день всі українські гідроенергетичні об'єкти були або пошкоджені, або піддані атакам.

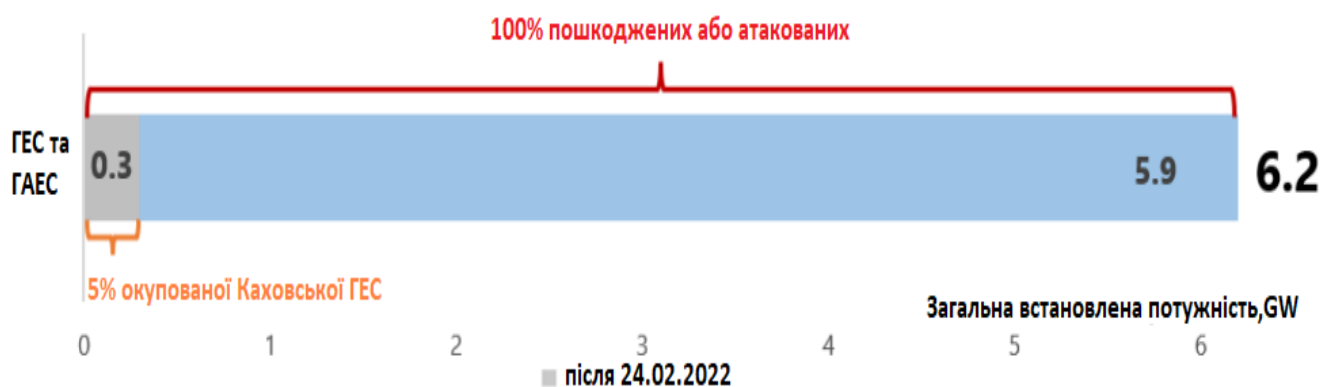


Рис.3.8. Пошкодження інфраструктури ГЕС, окупація їх та енергенерация ГЕС

Україна має найвищий технічний потенціал ВДЕ серед інших країн Південно-Східної Європи – 874 ГВт, включаючи сонячну - 83 ГВт, на суші - 438 ГВт, на морі - 250 ГВт. Завдяки високому потенціалу ВДЕ та ефективній підтримці механізмів відновлюваної енергетики в Україні стрімко розвивається, частка ВДЕ в електроенергії виробництво зросло з 1,8% у 2018 р. до 8,2% у 2021 р. На початок 2022 р. загальна встановлена потужність ВДЕ досягла 9,5 ГВт (без урахування 0,6 ГВт потужностей ВДЕ, розташованих на територіях тимчасово окуповані Росією до 24 лютого 2022 року). За цей час в сектор ВДЕ України було інвестовано близько \$12

млрд 2009-2021 роки.



Рис.3.9. Пошкодження інфраструктури станцій ВДЕ, окупація їх та енергенерация

Станом на сьогодні 2,5 ГВт (25%) потужностей ВДЕ перебуває в окупації. Близько 6% від загальної встановленої потужності ВДЕ знищено або пошкоджено.

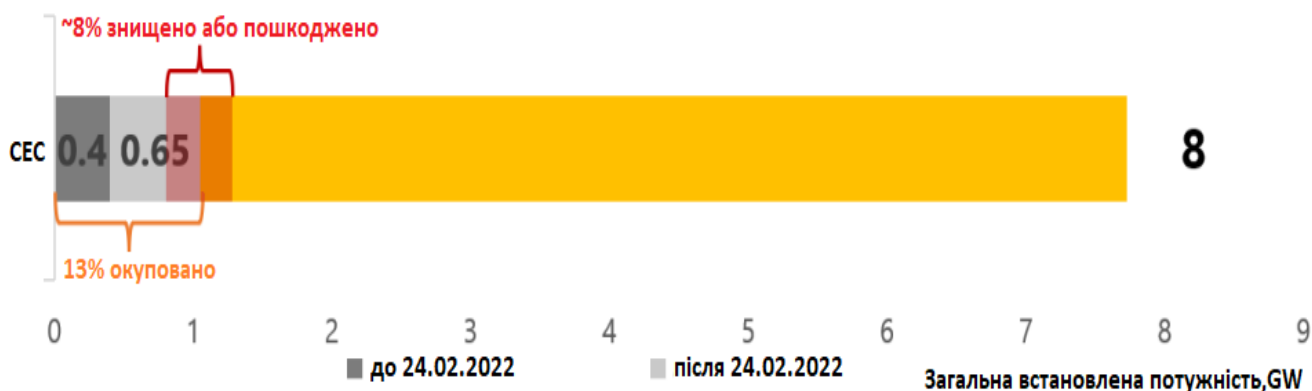


Рис.3.10. Пошкодження інфраструктури СЕС, окупація їх та енергогенерація

Фотоелектричний (PV) сектор мав найвищі темпи зростання серед інших відновлюваних джерел енергії в Україні протягом 2019-2021 років. На початок 2022 року загальна встановлена фотоелектрична потужність (за винятком 0,4 ГВт, розташованих у територіях, тимчасово окупованих Росією до 24 лютого 2022 року) досягла 7,6 ГВт або 80% від загального обсягу ВДЕ встановленої потужності в Україні (у тому числі 45 тис. установок просьюмер загальною потужністю 1,2 ГВт). У 2021 році Україна посіла 7 місце в Європі за розвитком сонячної генерації.

Зараз близько 13% українських фотоелектричних потужностей окуповані. Близько 8% від загальної встановленої сонячної потужності було знищено або пошкоджено, включаючи сотні інсталяцій просьюмерів.

На звільненій Трифонівській СЕС пошкоджено близько 20% сонячних панелей.

На початку 2022 року загальна встановлена потужність об'єктів біоенергетики складала 273,9 МВт (за винятком електростанції на біомасі потужністю 2 МВт, розташованої на тимчасово окупованих Росією територіях до 24 лютого 2022 року). У 2021 році частка біоенергетики в загальному обсязі виробництва електроенергії становила 0,6%.

На сьогоднішній день у російській окупації знаходяться об'єкти біоенергетики загальною потужністю 5,7 МВт (1,3%). Відомо, що принаймні чотири заводи були обстріляні і пошкоджені.

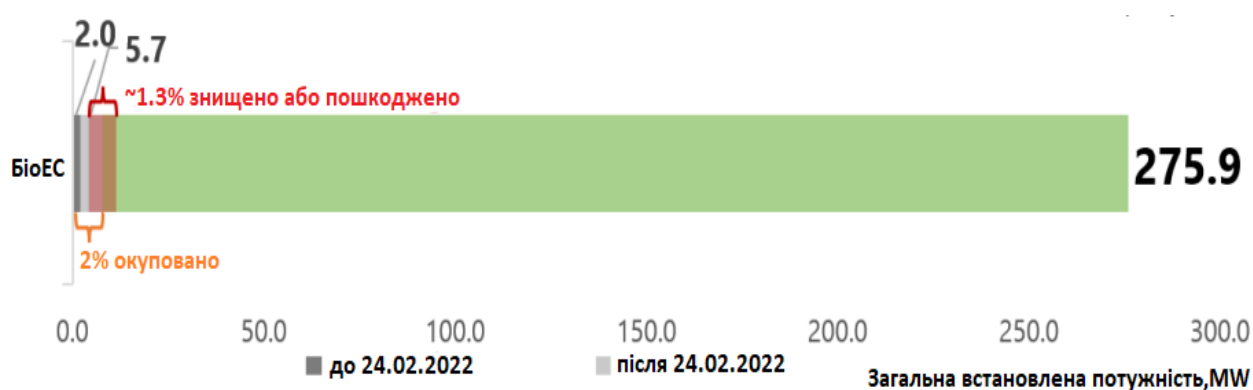


Рис.3.11. Пошкодження інфраструктури біогенеративних станцій, окупація їх та електрогенерація

Внаслідок ракетних обстрілів по е/е можна дійти висновку, що:

1. У порівнянні з 2021 роком, загальне виробництво електроенергії в Україні зменшилося на 27,5% у 2022 році. Виробництво електроенергії на атомних електростанціях скоротилося на 28%, на теплових електростанціях знизилося на 35%, а виробництво електроенергії на гідроелектростанціях скоротилося на 32%. Водночас, виробництво електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії зменшилося на 36%. Проте, виробництво електроенергії на гідроелектростанціях збільшилося на 6,5%, а гідроакumuлюючі електростанції функціонували на рівні 2021 року;

2. Падіння виробництва е/е на 27,5%;

3. Економічні втрати в 9.5 млрд \$ від пошкоджень/руйнувань електростанцій;

4. Окупація/пошкодження/руйнація 50% енергетичної структури.

Обстріли енергогенеративних підприємств можуть мати серйозні наслідки для довкілля. Деякі можливі наслідки включають:

1. Забруднення повітря: Обстріли можуть призвести до пошкодження та знищення енергогенеруючого обладнання, включаючи паливні системи. Це може призвести до викиду шкідливих речовин, таких як вуглецевий оксид, азотні оксиди та інші забруднюючі речовини, у повітря. Це може погіршити якість повітря і спричинити проблеми здоров'ю людей та негативно вплинути на екосистеми;

2. Втрати біорізноманіття: Обстріли можуть призвести до пошкодження або знищення природних областей, включаючи ліси, мокрі зони та інші екосистеми, що може призвести до втрати біорізноманіття. Це може мати довгострокові наслідки для природних видів рослин і тварин та порушити екологічну рівновагу в цих областях;

3. Загроза водним екосистемам: Обстріли можуть пошкодити системи водопостачання та стічних вод енергогенеруючих підприємств, що може призвести до розливу палива або інших шкідливих речовин у водні ресурси. Великі викиди шкідливих речовин до водних тіл можуть призвести до масової загибелі риби та інших водних організмів, порушити природні екосистеми і зруйнувати водні ресурси для місцевих громад;

4. Загроза людському здоров'ю: Обстріли енергогенеративних підприємств можуть викликати загрозу здоров'ю місцевого населення. Великі викиди шкідливих речовин до повітря та води можуть призвести до отруєння та респіраторних захворювань у людей, що проживають в непосредственній близькості до обстріляних об'єктів;

5. Загроза біологічній різноманітності: Обстріли можуть призвести до втрати біологічної різноманітності в районах, де знаходяться енергетичні підприємства, особливо ядерні. Це може включати знищення природних місць мешкання для різних видів рослин і тварин, а також втрату біологічного різноманіття в цілому;

6. Економічні втрати: Обстріли енергогенеративних підприємств можуть призвести до значних економічних втрат. Пошкодження і знищення енергетичного обладнання може призвести до втрати виробничої потужності та недостатнього

постачання електроенергії для місцевих громад і підприємств. Це може мати великий негативний вплив на економіку регіону.

3.2.Оцінка енергоефективності міст та шляхи її підвищення під час відбудови

Альтернативні джерела енергії використовуються як альтернативу традиційним джерелам, таким як викопні палива (вугілля, нафта, природний газ), з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище і залежності від обмежених ресурсів.

Альтернативні джерела енергії, такі як сонячна, вітрова, гідро та геотермальна енергія, стали все більш популярними в останні роки, оскільки вони є чистими та стали доступнішими з точки зору витрат на обладнання та установку. Ці джерела дозволяють зменшити використання джерел енергії, таких як нафта, газ та вугілля, які є нестійкими та мають негативний вплив на довкілля.

Особливо великий потенціал у використанні альтернативних джерел енергії мають міста, де зосереджена велика кількість людей та підприємств. В цьому випадку, використання альтернативних джерел енергії може допомогти зменшити забруднення повітря та зменшити залежність від імпорту традиційних видів енергії.

Сєверодонецьк - це місто на сході України з населенням близько 100 тисяч осіб в 2021 році.Для підвищення енергоефективності міста та зменшення споживання енергії можна використовувати різні альтернативні джерела енергії, такі як:

1. Сонячна енергія: установка сонячних батарей на дахах будинків, на фасадах будівель, на міських дорогах, трамвайних лініях та автобусних зупинках може забезпечити додаткову енергію для міського освітлення, підігріву води та інших потреб;
2. Вітрова енергія: встановлення вітрових турбін на околиці міста може забезпечити електрику для житлових будинків та підприємств;
3. Енергоефективні будинки: будівництво будинків з високою енергоефективністю, які забезпечують економне використання енергії, може

зменшити споживання енергії на опалення та охолодження;

4. Енергозберігаюче освітлення: заміна старого міського освітлення на LED-лампи знижує споживання електроенергії на освітлення до 50%;

При використанні цих заходів можна зменшити споживання енергії в місті Северодонецьк до 30%. Наприклад, якщо місто споживало 100 МВт електроенергії на місяць, то в результаті впровадження заходів з енергоефективності можна зменшити споживання електроенергії до 45 МВт на місяць.

Розрахунки:

Припустимо, що встановлення сонячних батарей на дахах будинків та інших спорудах міста забезпечує додаткову енергію в розмірі 10 МВт на місяць, а встановлення вітрових турбін забезпечить ще 5 МВт енергії на місяць. Заміна старого освітлення на LED-лампи може знизити споживання електроенергії на освітлення до 20 МВт на місяць. Крім того, припустимо, що будівництво енергоефективних будинків можуть знизити споживання енергії на опалення на 10 МВт на місяць.

Таким чином, загальна економія енергії в результаті впровадження цих заходів складатиме 55 МВт на місяць. Це означає, що споживання енергії може зменшитись до 45 МВт на місяць, що на 65% менше, ніж припустиме споживання..

Отже, впровадження альтернативних джерел енергії та інших заходів з енергоефективності може допомогти місту Северодонецьк значно зменшити споживання енергії та знизити відповідні витрати.

Для впровадження цих заходів можуть знадобитись значні вкладення. Проте, на довгострокову перспективу вони можуть принести значну економію витрат на енергопостачання та допомогти знизити негативний вплив на довкілля.

Узагалі, впровадження альтернативних джерел енергії та заходів з енергоефективності можуть допомогти містам зменшити залежність від традиційних джерел енергії та знизити споживання енергії, що є важливим кроком до зменшення впливу на довкілля та забезпечення стійкого розвитку.

Для розрахунку можливої економії від впровадження заходів з енергоефективності та альтернативних джерел енергії можна використати таку формулу 3.1.:

$$\text{Економія енергії (\%)} = (P_{\text{старе}} - P_{\text{нове}}) / P_{\text{старе}} * 100, \quad (3.1)$$

де $P_{\text{старе}}$ - споживання енергії до впровадження заходів, $P_{\text{нове}}$ - споживання енергії після впровадження заходів.

Розрахуємо можливу економію енергії для Сєвєродонецька з урахуванням запропонованих вище заходів.

Встановлення LED-освітлення на вулицях:

Перед впровадженням заходів: 5,000,000 кВт/год

Після впровадження заходів: 4,250,000 кВт/год

1. Економія енергії: $(5,000,000 - 4,250,000) / 5,000,000 * 100 = 15\%$

Встановлення сонячних панелей на покрівлях будівель:

Перед впровадженням заходів: 20,000,000 кВт/год

Після впровадження заходів: 18,000,000 кВт/год

2. Економія енергії: $(20,000,000 - 18,000,000) / 20,000,000 * 100 = 10\%$

Встановлення теплоізоляційних матеріалів в будинках :

Перед впровадженням заходів: 200,000 кВт/год

Після впровадження заходів: 120,000 кВт/год

3. Економія енергії: $(200,000 - 120,000) / 200,000 * 100 = 40\%$

Таким чином, загальна економія енергії буде:

$$\text{Економія енергії} = 15\% + 10\% + 40\% = 65\%$$

Отже, споживання енергії може зменшитись на 65% від попереднього рівня після впровадження запропонованих заходів з енергоефективності та альтернативних джерел енергії.

Отже, якщо врахувати, що за рік місто Сєвєродонецьк використовує приблизно 1,200,000,000 кВт·год електроенергії, то можна розрахувати можливу економію в грошовому еквіваленті.

Припустимо, що вартість 1 кВт/год електроенергії становить 2,5 гривень. Тоді поточні витрати міста на електроенергію становлять:

$$1,200,000,000 * 2,5 = 3,000,000,000 \text{ грн/рік.}$$

Після впровадження запропонованих заходів можлива економія енергії становитиме 65% від загального споживання електроенергії:

$$\text{Економія енергії} = 65\% * 1,200,000,000 \text{ кВт/год} = 780,000,000 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Отже, можлива економія коштів становитиме:

$$780,000,000 * 2,5 = 1,950,000,000 \text{ грн/рік.}$$

Отже, впровадження запропонованих заходів може зменшити витрати міста на електроенергію на 1,950,000,000 грн/рік, що становить більше 60% припущених витрат на електроенергію.

Однак, варто зазначити, що реалізація запропонованих заходів потребує значних витрат на їх встановлення та обслуговування. Тому, для того щоб оцінити ефективність запропонованих заходів, необхідно також порівняти їх вартість з очікуваною економією.

Наприклад, якщо вартість встановлення та обслуговування вітрових електростанцій становить 400 млн. грн, то для повного окупування витрат потрібно близько 5 років:

$$400,000,000 \text{ грн} / 1,950,000,000 \text{ грн/рік} = 0,205 \text{ року}$$

Таким чином, запропоновані заходи можуть бути ефективними з точки зору енергоефективності, але необхідно провести детальний аналіз вартості їх встановлення та обслуговування для того, щоб визначити, чи будуть вони фінансово вигідними для міста Сєверодонецька.

Помітно, що використання альтернативних джерел енергії може значно підвищити енергоефективність міста та допомогти зменшити витрати на електроенергію. Проте, перед впровадженням будь-яких заходів, необхідно провести

детальний аналіз та розрахувати ефективність та фінансову вигідність кожного з запропонованих заходів.

Крім того, енергоефективність міста не залежить лише від використання альтернативних джерел енергії. Важливим елементом є також енергозбереження, тобто ефективне використання електроенергії у місті. Наприклад, установка датчиків руху для освітлення може допомогти знизити витрати електроенергії у місті.

Також важливим є залучення населення до питань енергоефективності. Наприклад, проведення інформаційних кампаній та навчань з енергозбереження може допомогти мешканцям міста зменшити свої витрати на електроенергію та внести свій вклад у підвищення енергоефективності міста.

Отже, впровадження альтернативних джерел енергії та енергозберігаючих технологій, а також залучення населення до питань енергоефективності можуть допомогти підвищити енергоефективність міста та зменшити його витрати на електроенергію.

Якщо врахувати тільки використання альтернативних джерел енергії, то у скільки разів можна зменшити споживання електроенергії в залежності від запропонованих заходів, буде залежати від конкретних умов та параметрів міста.

Наприклад, за даними Держенергоефективності України, встановлення сонячних панелей на дахах житлових будинків може знизити споживання електроенергії на підсвічування та роботу електроприладів у будинках на 30-50%. Встановлення вітрогенераторів та сонячних батарей на міських об'єктах, наприклад, на світлофорах та вуличних ліхтарях, може додатково знизити споживання електроенергії на ці об'єкти на 10-20%.

Таким чином, у залежності від конкретних умов та параметрів міста, використання альтернативних джерел енергії може знизити споживання електроенергії на 40-70%.

Проте, слід зауважити, що вартість встановлення та обслуговування альтернативних джерел енергії може бути досить високою, тому необхідно провести детальний аналіз та розрахувати ефективність та фінансову вигідність кожного з запропонованих заходів. У деяких випадках може бути доцільніше використовувати

енергозберігаючі технології, які можуть мати більш низьку вартість впровадження та забезпечити суттєву економію електроенергії.

У контексті відбудови міста після війни, використання альтернативних джерел енергії може мати додаткові переваги. Зокрема, це може дозволити побудувати більш енергоефективні будівлі та міські інфраструктури, що знизить витрати на енергоспоживання та покращить якість життя мешканців. Крім того, збільшить та забезпечить енергонезалежність регіону та зменшить навантаження на пошкоджені внаслідок обстрілів ТЕЦ та і всієї енергосистеми.

Одним з можливих заходів є встановлення сонячних панелей на дахах будівель та інших міських об'єктах. Наприклад, у місті Сєверодонецьку, який зазнав значних руйнувань внаслідок війни на сході України, встановлення сонячних панелей на дахах багатоповерхових будинків може забезпечити значну частину електроенергії для освітлення та роботи під'їздів, що знизить витрати на електроенергію та дозволить забезпечити житлові будинки необхідною кількістю енергії.

У загальному, використання альтернативних джерел енергії та енергозберігаючих технологій може дозволити знизити витрати на енергоспоживання у місті після війни на 40-70%. Проте, слід провести детальний аналіз та розрахувати фінансову вигідність та ефективність.

Для зниження витрат на опалення та кондиціонування повітря можна використовувати енергоефективні вікна та двері в будівлях. Зазвичай вони мають двошарове або тришарове скло з низьким коефіцієнтом теплопередачі та міцну теплоізоляційну раму.

Розрахунки показують, що заміна звичайних вікон на енергоефективні може знизити витрати на опалення на 10-15%, а заміна звичайних дверей на енергоефективні - на 5-10%. Наприклад, якщо середня вартість опалення для квартири 60 квадратних метрів складає 2000 гривень на місяць, заміна звичайних вікон на енергоефективні може знизити ці витрати на 200-300 гривень на місяць.

Крім того, для покращення теплоізоляції можна використовувати інші технології, такі як утеплення стін, дахів та підлог, встановлення утеплювачів для труб та водогінних систем. Це може знизити витрати на опалення та кондиціонування

повітря ще на 20-40%.

Залежно від стану будівлі та ступеня її утеплення, можна провести розрахунки, щоб дізнатися, який вигаш у енергозбереженні можна отримати від використання енергоефективних вікон та дверей, та утеплення стін, дахів та підлог. Враховуючи всі можливі заходи, зниження витрат на енергоспоживання у місті після відбудови може скласти до 70%, що є досить значним показником в аспекті збереження ресурсів та зниження витрат мешканців міста на комунальні послуги.

Крім того, ще один ефективний спосіб зменшення витрат на опалення та кондиціонування повітря - це використання теплоізоляційного матеріалу для обшивки фасаду будинку. Наприклад, можна використовувати сучасний теплоізоляційний матеріал на основі мінеральної вати, що має високі теплоізоляційні властивості та не впливає на здоров'я людини.

За допомогою такого матеріалу можна досягти ефективної теплоізоляції стін будинку та знизити витрати на опалення на 20-30%. Наприклад, якщо вартість опалення будинку знаходиться в середньому на рівні 4000 гривень на місяць, то з використанням теплоізоляційного матеріалу можна знизити ці витрати на 800-1200 гривень на місяць.

Таким чином, застосування енергоефективних технологій та матеріалів може дуже суттєво зменшити витрати на енергоспоживання у місті після відбудови. Використовуючи всі рекомендації, згадані вище, можна зменшити споживання енергії від 50% до 70%, що є дуже значущим результатом, який позитивно позначиться на економіці міста та життєвих умовах його мешканців.

Щоб розрахувати економію енергії за допомогою використання теплоізоляційного матеріалу, можна використати таку формулу 3.2.:

$$\text{Економія енергії} = Q * (1 - 1 / (1 + R)) - C \quad (3.2)$$

де Q - річна витрата енергії без застосування теплоізоляційного матеріалу (у кВт-годинах), R - коефіцієнт теплоізоляції, що вказує на відношення тепловтрат за допомогою теплоізоляційного матеріалу до тепловтрат без нього, а C - вартість

теплоізоляційного матеріалу та його установки.

Для прикладу, нехай річна витрата енергії без застосування теплоізоляційного матеріалу дорівнює 10 000 кВт-год, а вартість теплоізоляційного матеріалу та його установки становить 100 000 грн. Крім того, нехай коефіцієнт теплоізоляції становить 0,7 (тобто втрати тепла будуть складати лише 30% від втрат без теплоізоляційного матеріалу).

$$\text{Економія енергії} = 10\,000 * (1 - 1 / (1 + 0,7)) - 100\,000 = 3\,215 \text{ кВт-год.}$$

Отже, застосування теплоізоляційного матеріалу дозволить зменшити річну витрату енергії на 3 215 кВт-год, що є дуже значущим результатом з економічної та екологічної точок зору. Такі розрахунки можуть бути проведені для конкретних будівель з урахуванням їх розміру, теплопровідності та інших характеристик.

Захист навколишнього середовища та зниження витрат на енергоспоживання є одними з головних завдань відбудови міст після війни. Використання альтернативних джерел енергії та підвищення енергоефективності будинків та міських інфраструктур може допомогти знизити витрати на енергію та покращити якість життя мешканців.

Застосування сонячних панелей, вітроенергетичних установок та геотермальних систем можуть допомогти забезпечити місто дешевою та екологічно чистою енергією. Встановлення енергоефективних вікон та дверей, а також застосування теплоізоляційних матеріалів може допомогти знизити витрати на опалення та кондиціонування повітря в будинках.

Беручи інше місто на території Донецької області, таке як Краматорськ, після відбудови можна розглянути заходи з використання альтернативних джерел енергії для підвищення енергоефективності. Нижче представлені конкретні заходи та розрахунки для міста Краматорськ:

Припустимо, що річне споживання електроенергії в місті Краматорськ на освітлення, опалення та кондиціонування складає 500 000 кВт-год.

1. Встановлення сонячних панелей (2000 кВт-год) зменшить споживання

електроенергії на 0.4%.

2. Встановлення вітрових турбін (15 000 кВт-год) зменшить споживання електроенергії на 3%.

3. Заміна ламп на LED-освітлення (30% зниження) зменшить споживання електроенергії на 15%.

4. Використання енергоефективних систем опалення та кондиціонування (25% зниження) зменшить споживання електроенергії на 12.5%.

5. Покращення теплоізоляції будинків (30% зниження) зменшить споживання енергії на опалення на 9%.

6. Заміна вікон та дверей на енергоефективні моделі (20% зниження) зменшить споживання енергії на опалення на 6%.

7. Заміна звичайного освітлення вулиць на LED-освітлення (40% зниження) зменшить споживання енергії на цю ціль на 16%.

Розрахунки:

Загальне споживання електроенергії в місті Краматорськ до впровадження запропонованих заходів становить 500 000 кВт-год.

Після впровадження заходів з використання альтернативних джерел енергії та енергоефективності, потенційна знижка споживання енергії може бути такою:

Сонячні панелі: 0.4% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.004 = 2\,000 \text{ кВт-год}$.

Вітрові турбіни: 3% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.03 = 15\,000 \text{ кВт-год}$.

Енергоефективне освітлення: 15% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.15 = 75\,000 \text{ кВт-год}$.

Енергоефективні системи опалення та кондиціонування: 12.5% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.125 = 62\,500 \text{ кВт-год}$.

Покращення теплоізоляції будинків: 9% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.09 = 45\,000 \text{ кВт-год}$.

Заміна вікон та дверей: 6% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.06 = 30\,000 \text{ кВт-год}$.

Заміна освітлення вулиць: 16% зниження = $500\,000 \text{ кВт-год} * 0.16 = 80\,000 \text{ кВт-год}$.

Отже, загальна знижка споживання енергії в місті Краматорськ від

запропонованих заходів становить:

Загальна знижка споживання енергії від запропонованих заходів складає:

$2\ 000\ \text{кВт-год} + 15\ 000\ \text{кВт-год} + 75\ 000\ \text{кВт-год} + 62\ 500\ \text{кВт-год} + 45\ 000\ \text{кВт-год} + 30\ 000\ \text{кВт-год} + 80\ 000\ \text{кВт-год} = 309\ 500\ \text{кВт-год}.$

Таким чином, споживання енергії в місті Краматорськ може зменшитись у 309 500 кВт-год в результаті використання альтернативних джерел енергії та енергоефективних заходів.

Для визначення зменшення споживання енергії від запропонованих заходів у скільки разів, потрібно порівняти зменшення споживання енергії з загальним споживанням до впровадження заходів:

Зменшення споживання енергії: 309 500 кВт-год.

Загальне споживання енергії до впровадження заходів: 500 000 кВт-год.

Відношення зменшення споживання енергії до загального споживання енергії:

$309\ 500\ \text{кВт-год} / 500\ 000\ \text{кВт-год} = 0.619$

Таким чином, споживання енергії в місті Краматорськ може зменшитись у 0.619 разів (приблизно на 61.9%) від запропонованих заходів з використання альтернативних джерел енергії та енергоефективних технологій.

Розрахунки економії енергії за допомогою використання вищезгаданих заходів показують значущу економію витрат на енергію. Окрім того, застосування альтернативних джерел енергії та підвищення енергоефективності може допомогти знизити викиди шкідливих речовин до атмосфери та покращити стан довкілля.

Таким чином, використання альтернативних джерел енергії та підвищення енергоефективності є важливим кроком до створення стійкого та екологічно чистого міста.

3.3. Озеленення міст майбутнього

Зелені зони з різним призначенням становлять неодмінно складову населених пунктів, як у межах забудови, так і поза ними. Озеленення населених місць включає комплекс заходів, спрямованих на створення та використання зелених насаджень в

міських територіях. У містобудуванні озеленення є невід'ємною складовою процесу планування, забудови і благоустрою населених місць, великий вплив якого має на довкілля. Особливо важливе значення зелених насаджень проявляється в міських районах, оскільки вони є важливим елементом екологічної структури міста [19].

Після завершення війни виникає необхідність відновлення та розбудови міст з постраждалої інфраструктурою. Одним із важливих аспектів відновлення міст є озеленення, яке має велике значення для поліпшення якості життя та створення здорового та екологічно чистого середовища.

Першим етапом у післявоєнному озелененні міст Донбасу є визначення площі, яка підлягає озелененню. Це може включати пошкоджені території, порожні земельні ділянки або вулиці та сквери, які потребують відновлення. Для цього проводяться огляди та вимірювання з метою визначення загальної площі, яка підлягає озелененню.

Після визначення площі для озеленення, необхідно вибрати відповідний рослинний матеріал та обчислити його кількість. У виборі рослинного матеріалу слід керуватися такими факторами, як кліматичні умови, тип ґрунту, розміри та функції озелененої території. Наприклад, для вуличних насаджень можуть використовуватися дерева, кущі та квіткові рослини, які підходять для даного кліматичного регіону.

Один з основних показників ефективності озеленення міста - це його здатність поглинати вуглекислий газ (CO₂). Розрахувати кількість вуглекислого газу, який поглинається озеленими насадженнями, можна на основі даних про площу озелененої території та відповідної поглинаючої здатності рослин.

Наприклад, враховуючи, що дерево поглинає в середньому 13 кг CO₂ на рік, ми можемо обчислити загальну кількість поглинутого вуглекислого газу, знаючи кількість дерев, що були висаджені в місті. Для цього ми можемо використовувати формулу:

$$\text{Кількість поглинутого CO}_2 = \text{Кількість дерев} * 13 \text{ кг CO}_2 \quad (3.3)$$

Озеленення міст також має вплив на температуру повітря, забезпечуючи ефект охолодження. Для розрахунку цього ефекту можна використовувати формулу:

$$\text{Загальний ефект охолодження} = \text{Площа озеленення} * \text{Коефіцієнт охолодження}$$

Коефіцієнт охолодження визначається залежно від типу рослин, що використовуються, та їх розмірів. Наприклад, дерева можуть мати більший ефект охолодження, ніж кущі або трав'янисті рослини.

Проте, важливо враховувати, що розрахунки варіюватимуться залежно від типу рослин, їхньої кількості та умов місцевості. Тому перед проведенням озеленення необхідно ретельно планувати та враховувати конкретні параметри міста Донбасу.

Результати розрахунків щодо кількості поглинутого CO₂ та ефекту охолодження допоможуть здійснити обґрунтовані рішення щодо озеленення міста та оцінити його природні користі. Крім того, важливо розглянути й інші переваги озеленення, такі як поліпшення якості ґрунту, зменшення рівня шуму та покращення психологічного благополуччя мешканців.

Озеленення міста Донбасу після війни є важливим кроком у відновленні та створенні екологічно чистого та здорового середовища. Розрахунки, такі як кількість поглинутого CO₂ та ефект охолодження, допоможуть оцінити ефективність озеленення та планувати дієві заходи для поліпшення довкілля. Післявоєнне озеленення міст Донбасу вирішує не тільки екологічні проблеми, але й позитивно впливає на життя та добробут мешканців цього регіону.

Далі, для успішного проведення післявоєнного озеленення міста Донбасу, необхідно врахувати кілька важливих аспектів:

1. Вибір рослин: Вибір правильних видів рослин є ключовим фактором успішного озеленення. Рослини повинні бути адаптованими до місцевих кліматичних умов та ґрунту;

2. Планування простору: Озеленення міста повинно бути розраховане таким чином, щоб враховувати наявну інфраструктуру, дорожню мережу та інші важливі фактори;

3. Чистота ґрунту та води: Перед посадкою рослин необхідно забезпечити очищення ґрунту та води від забруднень, що можуть бути наслідком війни. Це допоможе створити сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а також запобігти подальшому забрудненню довкілля;

4. Управління та догляд: Озеленення міста вимагає систематичного догляду

та управління;

5. Освіта та свідомість: Розповсюдження інформації та проведення освітніх компаній є важливим етапом післявоєнного озеленення міста;

6. Економічний аспект: Озеленення міста Донбасу також може мати позитивний економічний вплив. Створення зелених зон та парків може залучити туристів, покращити імідж міста та сприяти розвитку місцевої економіки. Крім того, економія на енергоспоживанні та зниження витрат на очищення повітря та води можуть приносити значні економічні вигоди на довгостроковій перспективі.

Завершуючи, післявоєнне озеленення міста Донбасу є важливим кроком на шляху до відновлення природного середовища та поліпшення якості життя мешканців. Застосування правильного вибору рослин, планування простору, догляд та управління, а також освіта та свідомість сприятимуть створенню здорових, зелених і стійких міських середовищ. При правильному підході озеленення може стати символом відродження та покращення якості життя у міст Донбасу.

3.4.Екомісто як елемент агломерації майбутнього

Екомісто, як елемент агломерації майбутнього, є концепцією, що спрямована на створення сталого та зеленого міського середовища, в якому люди і природа існують у гармонії. Ця концепція базується на ідеї сталого розвитку та збереження довкілля, що враховує потреби мешканців міста, екологічні аспекти та ефективне використання ресурсів.

Екомісто, як елемент агломерації майбутнього, сприяє створенню міст, в яких люди мають змогу жити в збалансованому, екологічно чистому та комфортному середовищі. Це важливо не лише з точки зору збереження природних ресурсів та довкілля, але й для поліпшення якості життя мешканців.

Створення екоміста передбачає впровадження ряду заходів. Перш за все, це реконструкція та розширення зелених зон, включаючи парки, сквери, сади та променади. Важливо також стимулювати використання екологічних транспортних засобів, таких як велосипеди та електромобілі, шляхом впровадження відповідних

інфраструктурних зручностей.

Крім того, екомісто сприяє створенню екологічних робочих місць та розвитку сталого бізнесу. Це може бути пов'язано з розвитком екологічних туристичних послуг, виробництвом екологічних товарів та послуг, а також інноваційними проектами у сфері відновлювальної енергетики та екологічного будівництва.

При реалізації екоміста як елемента Донецької агломерації майбутнього, враховуючи специфічні особливості регіону, необхідно акцентувати увагу на декількох ключових аспектах. Один з них - відновлення та реконструкція екологічно пошкоджених територій, що стає особливо важливим через складну ситуацію в Донецькій області, спричинену конфліктом. Основна мета полягає у відновленні природного середовища та інфраструктури міст з дотриманням принципів безпеки та сталості.

Також потрібно активно працювати над розвитком зелених зон та природних парків, оскільки вони відіграють важливу роль у покращенні якості повітря та наданні місць для відпочинку. Заохочення біорізноманіття та відновлення екологічно важливих екосистем також є значущим аспектом екоміста.

Енергоефективність та використання відновлювальних джерел енергії мають велике значення для сталого розвитку екоміста. Впровадження енергоефективних технологій у будівництві, освітленні та інших галузях допоможе знизити викиди CO₂ та залежність від незбалансованого використання природних ресурсів.

Розвиток сталого громадського транспорту та створення інфраструктури для пішоходів та велосипедистів є ще одним важливим аспектом екоміста в Донецькій агломерації. Це допоможе зменшити використання приватного автотранспорту, затори та покращити якість повітря в місті.

Також варто звернути увагу на розвиток сталого громадського транспорту та інфраструктури для пішоходів та велосипедистів, що сприятиме зменшенню використання приватного автотранспорту і заторів, а також поліпшенню якості повітря.

Поступове залучення громадян до процесу прийняття рішень, прозоре управління та співпрацю з громадськістю є ще одним важливим аспектом екоміста в

Донецькій агломерації. Залучення громадян до прийняття рішень та врахування їхніх думок та потреб сприяє створенню відчуття власної відповідальності та активності серед населення.

При плануванні та реалізації екоміста в Донецькій агломерації, слід враховувати особливості місцевого контексту, культурні аспекти та економічні можливості. Розробка конкретних стратегій та планів дій, враховуючи усі вищезазначені аспекти, може бути важливим кроком у створенні зеленого та сталого міського середовища..

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що екологічні виклики на Сході України, зокрема в містах Донбасу, є надзвичайно актуальними та потребують негайного вирішення. Післявоєнне відновлення міст зіткнеться зі значними екологічними викликами, такими як забруднення ґрунтів та поверхневих вод бойовими діями.

2. Дослідження вмісту та контроль важких металів в ґрунтах та поверхневих водах є необхідними для встановлення рівня забруднення та розробки ефективних заходів очищення. Виявлення джерел забруднення та впровадження стратегій зменшення вмісту важких металів в довкіллі має велике значення для забезпечення безпеки та здоров'я мешканців.

3. Встановлено, що пошкодження, руйнація та генерація енергетичного сектору під час війни та ракетних обстрілів зимою 2022-2023 років мають серйозні наслідки для довкілля. Оцінка пошкоджень та розробка плану відновлення енергетичної інфраструктури повинні враховувати екологічні аспекти для забезпечення стійкого розвитку та збереження навколишнього середовища.

4. У результаті аналізу сучасного стану проблеми впливу бойових дій на навколишнє природне середовище встановлено, що перевищення ГДК в зоні бойових дій пов'язано з високою акумулятивною здатністю ґрунтів, залишками боєприпасів в яких містяться важкі метали та безконтрольне вивільнення забрудників. Стосовно поверхневих вод, то встановлено, що водні ресурси Донбасу сприятливі до самоочищення

6. Альтернативні джерела енергії, такі як сонячна, вітрова, геотермальна енергія та біопалива, можуть забезпечити стале та екологічно чисте енергопостачання для міст Донбасу. Їх використання сприятиме зменшенню залежності від викопних видів палива та зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу.

7. Спрогнозовано, що впровадження енергоефективних технологій та розумного управління енергією є ключовими шляхами підвищення

енергоефективності міст. Із врахуванням специфіки міст Донбасу необхідно розробити імплементаційні стратегії, що охоплюють енергетичну інфраструктуру, будівлі, освітлення та транспорт, забезпечуючи максимальні енергетичні заощадження та зменшення викидів. При цьому слід враховувати соціально-економічні фактори, сприяти сталому розвитку та забезпечувати участь громадськості у прийнятті рішень.

Узагальнюючи, післявоєнне відновлення міст на Сході України, зокрема в містах Донбасу, поставило серйозні екологічні виклики.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко, Н. М., Крижанівська, Л. М. Навколишнє середовище як об'єкт соціально-економічної безпеки регіону. Економіка та держава. 2017. 4. С. 60-63
2. Буряк, О. М., Швед, М. І., Комаровська, О. В. Військові конфлікти та їх вплив на навколишнє середовище. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Екологія та здоров'я, 35. 2019.С. 25-31.
3. Окуліч Т.О. та ін. "Оцінка впливу гірничої діяльності на довкілля на прикладі Донбасу". - К.: Інтернаука, 2017
4. Екологічна катастрофа: чому половина території Донбасу може стати непридатною для життя. Громадське радіо. [Посилання](#)
5. Зозулінський Т. Екологічні наслідки воєнної агресії для України та її сусідів [Електронний ресурс] / Тарас Зозулінський // Detectives.Бюро журналістських розслідувань. – 2021. – [Посилання](#)
6. ЕкоЗагроза. Дашборд із даними про загрози довкіллям.-2023-. [Посилання](#)
7. City Р. Як війна забруднює родючі чорноземи та чи можна їх відновити? – Петропавлівка.City. Петропавлівка.City. [Посилання](#)
8. Криницький К. Трансформація вугільних регіонів: досвід для України. Зеркало недели | Дзеркало тижня | Mirror Weekly. [Посилання](#)
9. European Commission. (2019). Re:START - Strategy for Economic Restructuring of Czech Coal Regions. [Посилання](#)
10. Криницький К. Трансформація вугільних регіонів: досвід для України.

11. Smart-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. м.Київ : Заповіт, 2021. 400 с. [Посилання](#)

12. Моніторинг забруднення атмосферного повітря міст Донбасу / О. О. Сергієнко, В. В. Кіреєв, Ю. І. Герасимов, Н. І. Лабунець // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD–2019) : тези доповідей XXIII Міжнародної науково-практичної конференції, [15-17 травня 2019 р.] : у 4 ч.

13. Паливно-енергетичні ресурси України // Державна служба статистики України. – 2020.

14. Звіт про результати вивчення екологічної ситуації на території Донецької та Луганської області/ О.І. Бондар, О.А. Улицький, В.М. Єрмаков/ Міністерство з питань тимчасово окупованих територій та внутрішньо переміщених осіб України. – К., Київ, 2018. – 70 с. з іл.

15. Дайджест відновлення України Ukraine Recovery Digest №28. Офіс реформ – консультативно-дорадчий орган Кабінету Міністрів України. [Посилання](#)

16. Паливно-енергетичні ресурси України // Державна служба статистики України. – 2020. С. 22 – [Посилання](#)

17. Internet disruptions registered as Russia moves in on Ukraine - NetBlocks. NetBlocks. [Посилання](#)

18. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України за рік від початку повномасштабного вторгнення // Офіс реформ – [Посилання](#)

19. Гудак В.М. Ландшафтний дизайн сучасного природного навколишнього

