Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Географічний факультет

Кафедра фізичної географії та геоекології

На правах рукопису
УДК: 911.9:504

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРОМИСЛОВИХ МІСТ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА КРИВОГО РОГУ)

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL CITIES OF UKRAINE AND WAYS TO SOLVE THEM (ON THE EXAMPLE OF KRYVYI RIH CITY)

Галузь знань: 10 - природничі науки

Спеціальність: 106 Географія

Освітня програма "Транскордонне екологічне співробітництво"

Кваліфікаційна робота бакалавра
четвертого курсу
Ціко Василини Любомирівни

Науковий керівник:
доцент кафедри фізичної географії
та геоекології,
кандидат географічних наук, доцент
Діброва Іван Олександрович

Київ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП **3**

1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ПРОМИСЛОВИХ МІСТ **5**

1.1. Екологічні проблеми промислових міст та передумови їх виникнення 5

1.2. Національний та міжнародний досвід вирішення міських екологічних проблем 8

2. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КРИВОГО РОГУ: ПРИЧИНИ ФОРМУВАННЯ ТА ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ Й НАСЕЛЕННЯ **13**

2.1. Особливості структурно-функціональної організації міста 13

2.2. Екологічні проблеми населеного пункту та фактори їх виникнення 16

2.3. Вплив екологічних проблем на міське довкілля й населення 20

3. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ КРИВОГО РОГУ **24**

3.1. Технологічна модернізація промислових підприємств 24

3.2. Рекультивація забруднених територій та відновлення екосистем 29

3.3. Розвиток системи екологічного управління у місті 34

3.4. Проведення екологічної пропаганди та освітньо-виховної роботи 38

4. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІСТА **44**

ВИСНОВКИ **46**

СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ **48**

ВСТУП

Актуальність теми. Промислові міста відіграють ключову роль в економічному розвитку України, забезпечуючи значну частину валового внутрішнього продукту та створюючи робочі місця. Проте, інтенсивна виробнича діяльність часто супроводжується значним антропогенним навантаженням на навколишнє середовище, що призводить до виникнення гострих геоекологічних проблем. Забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, накопичення промислових відходів, деградація природних ландшафтів — це лише частина негативних наслідків, які впливають на стан довкілля та здоров'я мешканців промислових центрів.

Особливої актуальності набуває дослідження геоекологічних проблем у містах з розвиненою гірничодобувною та металургійною промисловістю, до яких належить і Кривий Ріг. Унікальне поєднання потужних промислових підприємств, складної геологічної будови та значної концентрації населення зумовлює специфічний характер екологічних викликів, що потребують комплексного наукового аналізу та розробки ефективних шляхів їх вирішення. Недостатня розробленість науково обґрунтованих підходів до мінімізації негативного впливу промисловості на довкілля міст, відсутність комплексних програм екологічної безпеки та низька екологічна свідомість населення підкреслюють актуальність обраної теми кваліфікаційної роботи.

Метою даної роботи є дослідження геоекологічних проблем промислових міст України на прикладі Кривого Рогу та розробка шляхів їх вирішення.

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних **завдань**:

- *по-перше*, розгляд теоретичних основ формування геоекологічних проблем у промислових містах.

- *по-друге*, аналіз національного та світового досвіду подолання екологічних викликів у містах з розвиненою промисловістю.

- *по-третє*, дослідження структурно-функціональної організації міста Кривий Ріг та особливостей формування його техногенного середовища.

- *по-четверте*, визначення основних джерел екологічної небезпеки на території міста, характеристика їхнього впливу на довкілля та здоров'я населення.

- *по-п'яте*, оцінка стану атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів Кривого Рогу.

- *по-шосте*, розкриття заходів, які здійснюються для вирішення геоекологічних проблем міста (технологічна модернізація, рекультивація, розвиток екологічного управління).

- *по-сьоме*, дослідження рівня екологічної свідомості населення та ефективність екологічної освіти й пропаганди.

- *по-восьме*, розробка рекомендацій щодо поліпшення геоекологічної ситуації в місті з урахуванням принципів сталого розвитку.

Об'єктом дослідження постає одне з промислових міст України - місто Кривий Ріг, а **предметом дослідження** - геоекологічні проблеми Кривого Рогу та шляхи їх вирішення.

В процесі написання роботи були застосовані порівняльно-описовий, картографічний **методи дослідження**, також геоекологічний підхід та статистичний аналіз, проаналізовані вітчизняні і зарубіжні літературні джерела.

Робота, обсягом 58 сторінок, складена із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ПРОМИСЛОВИХ МІСТ

1.1. Екологічні проблеми промислових міст та передумови їх виникнення

Промислові міста є осередками інтенсивного виробництва, економічної активності та концентрації населення. Водночас саме ці міста найгостріше стикаються з екологічними проблемами, що виникають внаслідок високого рівня антропогенного навантаження на природне середовище. Джерелами забруднення є промислові підприємства, транспорт, комунальне господарство, а також нераціональне планування урбанізованого простору [1]. Серед типових екологічних проблем промислових міст можна виокремити: атмосферне забруднення, насамперед викидами важких металів, оксидів сірки та азоту, пилу. Також забруднення ґрунтів та деградація земель через накопичення промислових відходів. Водне забруднення, зокрема скидання неочищених або частково очищених стічних вод у водойми. Шумове, вібраційне та світлове забруднення, яке впливає на якість життя населення. Також техногенні ризики, пов’язані з потенційною аварійністю на підприємствах. Та безперечно високий рівень захворюваності населення, зумовлений тривалим впливом забруднюючих чинників.

У багатьох промислових містах, як в Україні, так і за її межами, активний розвиток промисловості відбувався у другій половині XX століття без врахування екологічних наслідків. Радянська індустріалізація, наприклад, передбачала створення гігантських виробничих комплексів у межах міст або поруч із житловими кварталами. До технологічних чинників виникнення даних проблем можна віднести застарілі виробничі технології, низький рівень автоматизації та слабка модернізація обладнання спричиняють значні викиди шкідливих речовин. Це характерно як для підприємств у пострадянських країнах, так і в частині країн, що розвиваються [2]. До

урбаністичних чинників: недостатнє планування промислових зон, порушення норм розміщення санітарно-захисних зон між житловими та виробничими територіями, щільна забудова та відсутність зелених насаджень призводять до концентрації забруднень і зниження рівня аерації міста. Недосконаліть екологічного законодавства, відсутність належного контролю з боку держави, слабка відповідальність підприємств за шкоду довкіллю є додатковими факторами, що унеможливлюють ефективне вирішення проблем [3].

За приклад можна узяти місто Кривий Ріг — типове індустріальне місто України, одне з найбільших у Європі за масштабами видобутку та переробки залізної руди. На території міста зосереджено декілька гірничо-збагачувальних комбінатів, кар'єрів відкритого типу, металургійних заводів та інфраструктура важкої промисловості. За даними Держекоінспекції та екологічних організацій у 2023 році в місті було зафіксовано перевищення граничнодопустимих концентрацій пилу, діоксиду азоту, формальдегіду та оксиду вуглецю в 3–5 разів; 87% забруднення атмосферного повітря в місті спричиняє підприємство ArcelorMittal Kryvyi Rih. А також, станом на 2022 рік рівень захворюваності дихальної системи серед населення був на 40% вищим за середній показник по області. Відсутність ефективної системи санітарно-захисних зон призводить до того, що житлові квартали розташовані в безпосередній близькості до шкідливих виробництв. Це створює постійне техногенне навантаження на мешканців [4].

Але Україна не єдина країна, котра стикається з геоекологічними проблеми в промислових містах. наприклад, промислове місто Лінц, що знаходиться в Австрії, віддавна було важливим індустріальним осередком, особливо після Другої світової війни. [5]. У місті активно розвивалася металургія, машинобудування, хімічна промисловість. Найбільшим підприємством став Voestalpine AG — гігант у виробництві сталі. Інтенсивна індустріалізація без належного екологічного контролю призвела до

серйозного забруднення повітря, води та ґрунтів. У 1970—1980-х роках Лінц вважався одним з найбільш забруднених міст Австрії. У повітрі фіксувались підвищені концентрації оксидів сірки, пилу та важких металів, що викликало зростання захворюваності на респіраторні хвороби серед мешканців. З кінця 1980-х років уряд Австрії та міська рада Лінца розпочали цілеспрямовану екологічну політику, що включала: Модернізацію промисловості; розвиток зеленої інфраструктури: створено нові парки, зони відпочинку, озеленено набережні Дунаю. Покращення громадського транспорту: впроваджено трамваї з електричним приводом, велосипедну інфраструктуру. Проєкт "SolarCity Linz" (2004): будівництво екологічного району, спроєктованого з урахуванням відновлюваних джерел енергії, енергоефективного будівництва та соціальної інтеграції. Кліматична стратегія Linz 2040: місто поставило мету стати кліматично нейтральним до 2040 року, скоротивши викиди CO_2, перевівши транспорт і промисловість на відновлювані джерела енергії [5], [6],[7].

Рис. 1.1. Проєкт «SolarCity Linz»

1.2. Національний та міжнародний досвід вирішення міських екологічних проблем

Екологічні проблеми промислових міст є глобальним викликом для сталого розвитку сучасного суспільства. Значна концентрація промислових підприємств, транспортних систем і щільна урбанізована забудова спричиняють інтенсивне забруднення навколишнього середовища, деградацію природних ресурсів та погіршення якості життя населення. У зв'язку з цим вивчення досвіду вирішення міських екологічних проблем на національному й міжнародному рівнях набуває особливої актуальності.

Національний досвід

В Україні екологічна політика держави ґрунтується на принципах сталого розвитку, інтеграції природоохоронної діяльності в усі сфери суспільного життя та розширенні повноважень органів місцевого самоврядування в питаннях охорони довкілля. Основним стратегічним документом у цій сфері є Стратегія державної екологічної політики України на період до 2030 року [8]. Стратегія визначає пріоритетними завданнями зменшення техногенного навантаження, покращення якості атмосферного повітря, водних і земельних ресурсів, розвиток екологічної освіти й інформування громадськості.

З метою підвищення ефективності управління в екологічній сфері в Україні впроваджуються європейські підходи, зокрема:

● Оцінка впливу на довкілля (ОВД) або оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) — виявляє характер, рівень інтенсивності, а також ступінь потенційної небезпеки впливу планової господарської діяльності на стан навколишнього природного середовища, а також здоров'я людей [9];

● Стратегічна екологічна оцінка (СЕО) (Strategic environmental assessment) — це процедура, котра забезпечує повну інтеграцію екологічних

аспектів у розробку планів і програм ще до етапу їх остаточно затвердження [10];

● Екологічний аудит — систематизована задокументована оцінка того, наскільки діяльність підприємства відповідає встановленим природоохоронним законодавчим вимогам [11].

Активно розвивається співпраця з міжнародними організаціями, наприклад з Програма ПРООН із підвищення стійкості та відновлення (ПРООН), German Agency for International Cooperation (GIZ) [12], Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) [13], Європейський інвестиційний банк (ЄІБ), що сприяє впровадженню сучасних технологій екологічного моніторингу, модернізації систем очищення викидів, розвитку проєктів енергоефективності та сталого міського транспорту [14]. У багатьох містах України створено муніципальні програми з озеленення територій, екологічного просвітництва, контролю за станом повітря, ґрунтів і води. Залучення громадськості до процесів екологічного управління через петиції, громадські слухання та громадські ради дозволяє посилити вплив місцевих спільнот на екологічну політику [15].

У світовій практиці вирішення міських екологічних проблем дедалі більшого значення набувають інтегровані моделі сталого розвитку, які поєднують технічні інновації, ефективне управління природними ресурсами, планування простору та активну участь громадськості.

Однією з країн, що виокремлюються у цій сфері, є Німеччина. Яскравим прикладом тут є Рурський регіон [16], де протягом останніх кількох десятиліть було реалізовано масштабну програму трансформації промислових територій. У результаті на місці колишніх вугільних шахт і металургійних підприємств створено рекреаційні зони, модернізовано інфраструктуру з урахуванням екологічних вимог, розвинуто мережу велосипедних доріжок та систему електротранспорту [17], [18]. У місті

Фрайбург активно застосовується концепція «екологічного міста», яка передбачає використання відновлюваних джерел енергії, будівництво енергоефективних споруд, а також надання переваги пішохідному й велосипедному руху [19].

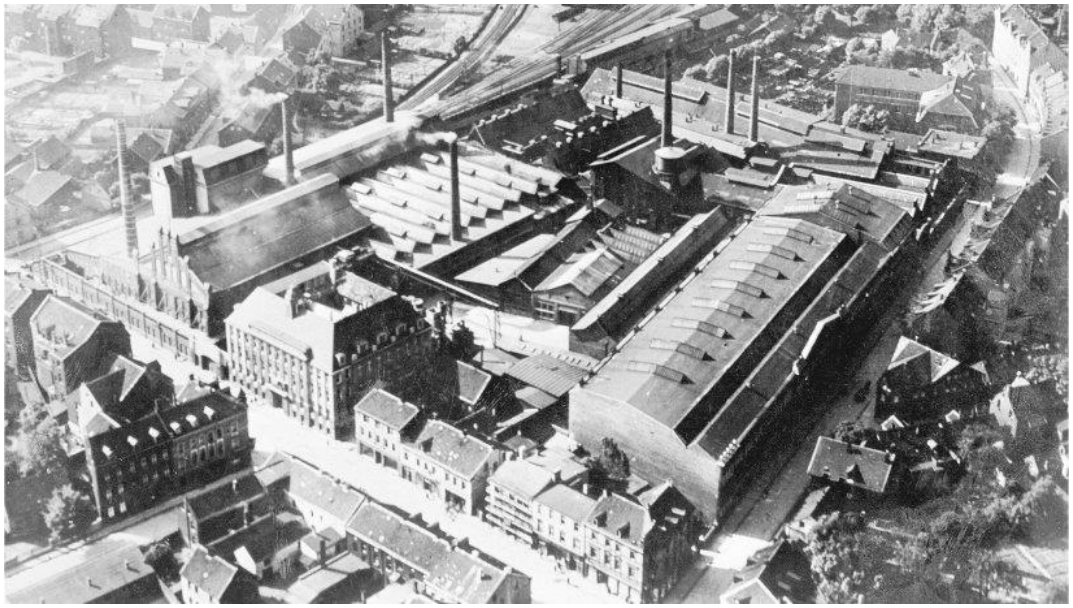

Рис. 1.2. Рурський регіон до трансформації

(фото взято з відкритого джерела)

Рис. 1.3. Рурський регіон після трансформації

(фото взято з відкритого джерела)

У скандинавських країнах (Швеція, Данія, Норвегія) діють програми «Зелених міст» (Green Cities), спрямовані на скорочення викидів CO_2, розвиток громадського транспорту з нульовими викидами, ефективне управління енергоресурсами та залучення громадян до формування екологічної політики [20]. Наприклад, Копенгаген поставив за мету стати першим містом у світі з нульовим вуглецевим балансом до 2030 року. Для цього впроваджуються: централізоване теплопостачання з відновлюваних джерел, будівництво пасивних будинків, інтелектуальні транспортні системи та активне озеленення [21], [22].

Нідерланди — ще один приклад екологічної переорієнтації. В Амстердамі розвивається стратегія циркулярної економіки, що передбачає мінімізацію відходів і максимальне повторне використання ресурсів. Міська влада підтримує екологічні стартапи, стимулює використання електромобілів і сприяє інтеграції екологічних критеріїв у державні закупівлі [23], [24].

Китай зіткнувся з критичними рівнями забруднення внаслідок стрімкої урбанізації, однак протягом останніх 10–15 років уряд країни ініціював глибокі реформи екологічного управління. Розвиваються програми «еко-міст», впроваджуються цифрові системи моніторингу повітря і води, відбувається масова електрифікація транспорту. Так, у Шеньчжені повністю електрифіковано громадський автобусний парк, що стало зразком для інших міст [25]. У США міста як-от Портленд, Сан-Франциско та Нью-Йорк активно реалізують програми зеленого зонування, озеленення дахів будинків, відновлення прибережних екосистем та впровадження принципів «змішаного використання» територій, що зменшує потребу у використанні автомобілів і сприяє зниженню рівня викидів парникових газів.

Особливу роль відіграють міжнародні організації та ініціативи. Серед них:

● Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) встановлює глобальні екологічні пріоритети та надає методичний супровід для міст у реалізації стійких екологічних практик [26];

● Європейське агентство з навколишнього середовища (EEA) здійснює узагальнення та поширення передових практик щодо сталого розвитку міст в країнах Європейського Союзу [27];

● Глобальний договір мерів з клімату та енергетики (Global Covenant of Mayors for Climate & Energy) — це найбільша у світі мережа міст, які добровільно взяли на себе зобов’язання щодо скорочення викидів парникових газів та реалізації заходів адаптації до змін клімату [28].

У рамках цих програм міста отримують доступ до інноваційних технологій, фінансування екологічних проєктів, консультування з питань сталого управління ресурсами, а також долучаються до спільної звітності та взаємного обміну досвідом. Таким чином, міжнародний досвід доводить ефективність поєднання законодавчих ініціатив, сучасних технологій, сталого планування та залучення громади для досягнення екологічного балансу в міському середовищі.

2. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КРИВОГО РОГУ: ПРИЧИНИ ФОРМУВАННЯ ТА ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ Й НАСЕЛЕННЯ

2.1. Особливості структурно-функціональної організації міста

Структурно-функціональна організація Кривого Рогу формувалася в тісному взаємозв'язку з геологічними, геоморфологічними та екологічними чинниками, зумовленими розміщенням на території одного з найбільших залізорудних басейнів Європи. Геоекологічні особливості території стали не лише базою для економічного зростання, а й визначальним фактором у формуванні просторової структури міста, яка поєднує в собі індустріальний каркас, лінійно-протяжну забудову, фрагментовану екосистему та локальні зони екологічного ризику [29], [30] .

Геоструктурна основа Кривого Рогу — Криворізький залізорудний басейн — є архейською формацією Українського щита. Родовища залізних руд залягають у вузькому тектонічному поясі, що простягається з північного заходу на південний схід [30] . Урбанізація міста здійснювалася переважно уздовж Криворізького залізорудного тектонічного поясу, що зумовило лінійно-протяжну форму міста довжиною понад 60 км.

Видобуток руди здійснюється відкритим і шахтним способами, а тому в міській структурі домінують кар'єри, терикони, шламонакопичувачі та інші форми техногенного рельєфу [31]. Їх географічне розташування не лише впливає на розміщення промислових об'єктів, а й обмежує розвиток житлової забудови, інженерної інфраструктури та транспортних артерій, формуючи розриви в міському середовищі. Варто зазначити, що важливою рисою Кривого Рогу є поліцентрична структура. Місто складається з низки функціонально відокремлених районів [32]:

- Центрально-Міського;
- Металургійного (до 2016 року — Дзержинський);

● Саксаганського;

● Довгинцівського;

● Жовтневого;

● Тернівського;

● Інгулецького;

●Металургійного.

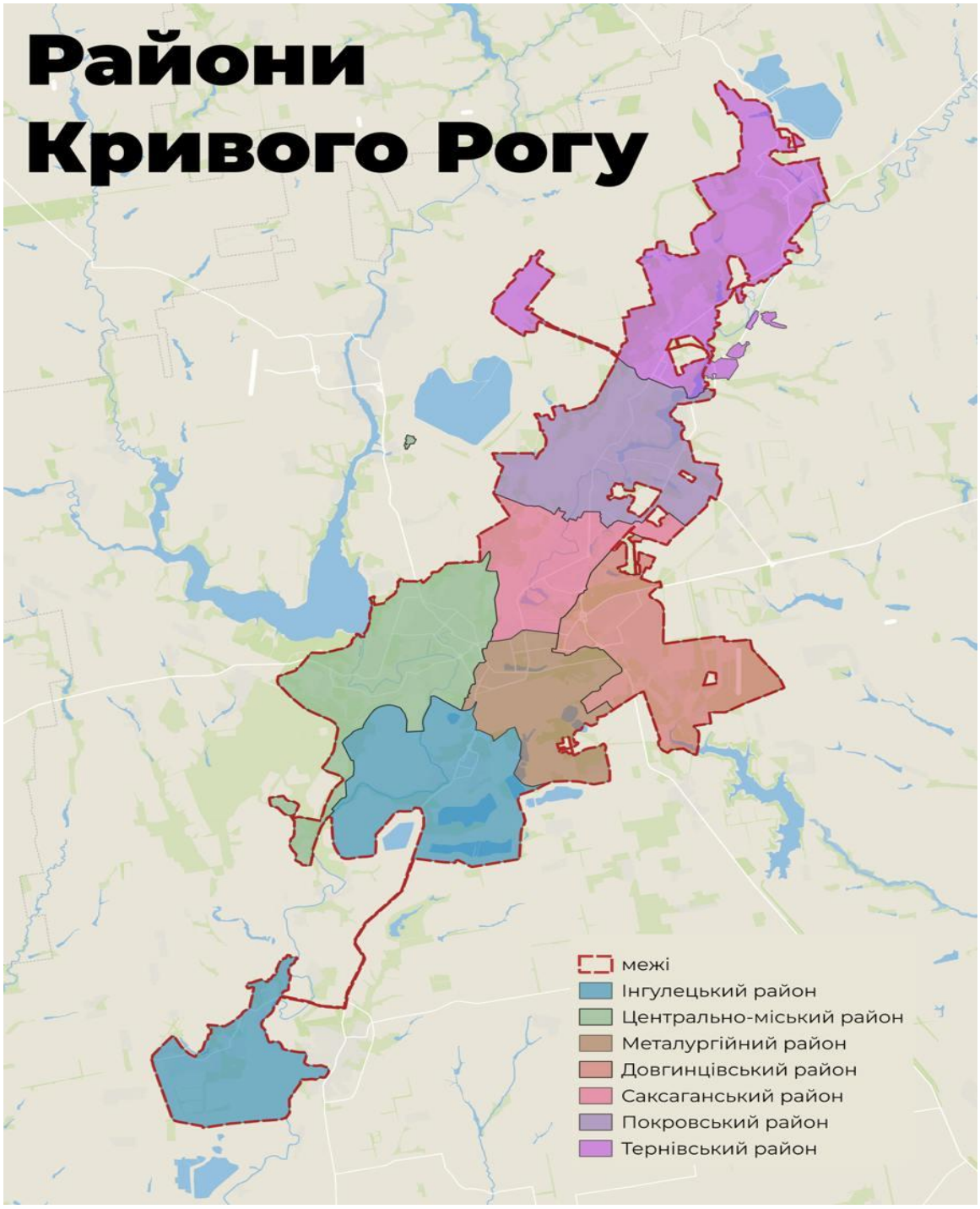

Рис. 2.1. Адміністративні райони Кривого Рогу

Кожен район має власний набір функцій (промислових, житлових, соціально-культурних), що історично склалися довкола гірничих підприємств. Така фрагментація сприяє нерівномірному просторовому розвитку і геоекологічному навантаженню, яке концентрується в межах окремих локальних зон [33]. Промислові райони тяжіють до осі родовищ, а житлові масиви розміщуються переважно вздовж транспортних магістралей, створюючи транзитні екологічно вразливі зони. Відсутність повноцінних буферних зелених смуг між промисловими та житловими зонами призводить до перехресного забруднення атмосфери, ґрунтів і вод [34].

Природний рельєф території є хвилястим, представлений платоподібними височинами та розгалуженою системою балок і ярів. Однак більша частина рельєфу трансформована техногенною діяльністю — утворенням глибоких кар’єрів, відвалів, шламонакопичувачів. Такі структури значно змінюють місцеву гідродинаміку, спричиняють ерозійні процеси, провокують пилові бурі та зсуви. Гідрографічна мережа (річки Інгулець, Саксагань, Жовта) [35] має велике значення для екологічної рівноваги, однак її роль у структурному плануванні недооцінена. Річки перетворені на технічні водні канали, русла забетоновані або засмічені, а заплави — забудовані або деградовані. Це посилює ризик підтоплень, забруднення ґрунтових вод і втрати біорізноманіття [36].

У Кривому Розі просторова організація міста сформована під сильним впливом промисловості. Індустріальні зони, такі як "АрселорМіттал Кривий Ріг" та гірничо-збагачувальні комбінати (Північний, Центральний, Інгулецький ГЗК), не лише визначають напрямки забудови, а й впливають на розташування транспортних комунікацій та житлових районів. Ця техногенна домінанта призводить до значного екологічного навантаження в певних частинах міста. Тому існує нагальна потреба в переосмисленні та перепланування міського простору, щоб зменшити цей тиск та покращити

якість життя мешканців. [37], [38]. У місті відсутня чітка система санітарно-захисних зон, що призводить до:

- підвищеного рівня шуму та вібрацій;
- перевищення ГДК забруднювальних речовин;
- прямої загрози для здоров’я мешканців прилеглих районів.

За приклад можна взяти житлові мікрорайони в Інгулецькому та Саксаганському районах межують із ГЗК, де відбувається вибухове видобування руди, з високими обсягами пилового навантаження [39].

2.2. Екологічні проблеми населеного пункту та фактори їх виникнення

Кривий Ріг належить до міст з надзвичайно небезпечною екологічною ситуацією, що є наслідком тривалого та інтенсивного видобування й переробки залізної руди. Рік у рік місто потрапляє до трійки найбрудніших міст України. У Кривому Розі розташоване одне з найбільших металургійних підприємств країни, а також кілька гірничо-збагачувальних комбінатів. У процесі своєї роботи ці підприємства викидають у повітря значну кількість шкідливих речовин, що безпосередньо впливає на стан здоров’я місцевих жителів **[40].**

1. Атмосферне забруднення.

Основними джерелами атмосферного забруднення Кривого Рогу є металургійні комбінати, гірничозбагачувальні фабрики, теплогенеруючі підприємства, відкриті кар’єри та транспорт. Серед найпоширеніших забруднювачів — діоксид сірки, оксиди азоту, вуглецю, пил, важкі метали (свинець, кадмій, марганець). За даними Держекоінспекції, у 2023 році рівень забруднення повітря в окремих районах перевищував гранично допустимі концентрації в 3–5 разів [40].

2. Забруднення водних ресурсів.

Річки Інгулець, Саксагань та інші водні об’єкти в межах міста зазнають значного антропогенного тиску. До них потрапляють стоки промислових підприємств, шахтні води, поверхневий стік із відвалів і хвостосховищ. Забруднення включає не тільки завислі речовини, а й сульфати, нафтопродукти, важкі метали. Стан річки Інгулець визнається критичним — за класифікацією Міністерства захисту довкілля, вона входить до списку найбільш забруднених річок України [41].

3. Порушення ґрунтів та деградація земель.

Величезна площа міських земель порушена гірничими роботами, утворенням відвалів, хвостосховищ, кар’єрів, що призводить до дегуміфікації ґрунтів, засолення, ерозії, підтоплення та забруднення важкими металами. Загальна площа техногенно трансформованих земель у Кривому Розі перевищує 30% території міста [42].

4. Акустичне та вібраційне забруднення.

Через велику кількість промислових об’єктів та інтенсивний вантажний транспорт у місті фіксуються перевищення допустимих рівнів шуму, особливо в районах, прилеглих до промислових зон та залізничних шляхів. Цей фактор негативно впливає на психофізіологічний стан мешканців [36].

5. Екологічна небезпека хвостосховищ і відвалів.

Одним із характерних проявів тривалої промислової діяльності в Кривому Розі є формування великої кількості техногенних ландшафтів, серед яких переважають відвали гірських порід та хвостосховища — місця складування відходів після збагачення корисних копалин. На даний момент на території міста та його околиць розташовано понад 20 великих хвостосховищ і більше 100 відвалів гірських порід, які є потужними джерелами антропогенного забруднення довкілля. Найвідомішими серед них

є: Хвостосховище "Кривий Ріг", що належить до Північного ГЗК; Відвали Південного ГЗК, розташовані в напрямку селища Саксагань; Шахтні колідники біля селища Юганець; Відвали Центрального ГЗК, котрі розташовані в межах міста. Ці об’єкти мають значні площині (загальна площа понад 6000 гектарів) і досягають висоти до 150 метрів, що перетворює їх на домінуючі елементи міського ландшафту [43]. Техногенні ландшафти не лише вилучають з господарського обороту великі площі території, але й створюють комплекс екологічних загроз:

● Ризик проривів та аварій: особливо актуально для хвостосховищ, де порушення цілісності дамб може призвести до масштабних екологічних катастроф, подібних до аварії в Бразилії у 2019 році (Аварії на греблі в Брумадінью) [44].

Рис. 2.1. Аварія на греблі в Брумадінью
(фото взято з відкритого джерела)

● Пилова активність: відвали гірських порід є постійним джерелом завислих частинок, які переносяться повітряними масами на великі відстані, забруднюючи повітряне середовище житлових районів.

● Інфільтрація забруднювачів: води, що фільтруються через хвостосховища, часто містять важкі метали (залізо, марганець, свинець) і хімічні реагенти, які потрапляють у ґрунтові води та поверхневі водойми, погіршуючи якість питної води.

● Ерозія та просідання ґрунтів: у результаті тривалої експлуатації надр та зберігання відходів спостерігається зміна структури ґрунтів, що викликає просідання поверхні, особливо в районах старих шахт і кар'єрів.

Хоча аварії на хвостосховищах або раптові прориви дамб можуть мати катастрофічні наслідки, найбільш поширеним типом впливу є «повільні техногенні катастрофи» . Це термін, що описує тривалі, поступові негативні зміни в екосистемах, спричинені постійним антропогенним втручанням. Такі процеси, практично невидимі для суспільства в короткостроковій перспективі, мають кумулятивний ефект, накопичуються протягом багатьох років. Зрештою призводять до значних екологічних, соціальних і економічних наслідків. У Кривому Розі саме такі «повільні» процеси переважають: поступове забруднення повітря, активація вторинного пилу, зміна хімічного складу ґрунтів і підземних вод — все це формує небезпечну екологічну ситуацію, яка, однак, не завжди сприймається населенням як критична [45].

Фактори виникнення екологічних проблем [40], [39],]36], [1]:

1. Індустріальний тип розвитку.

Формування міста як великого промислового центру без належного екологічного планування призвело до нагромадження підприємств з високим рівнем викидів у межах міста.

2. Застарілі технології виробництва.

Багато промислових об’єктів використовують морально та фізично застаріле обладнання, яке не відповідає сучасним екологічним нормам. Порушення правил утилізації відходів, недосконала система фільтрації й очищення — постійні джерела забруднення.

1. ***Недостатній рівень екологічного контролю.*** Попри діючі закони, на практиці спостерігається недостатня ефективність роботи контролюючих органів, обмежений доступ громадськості до екологічної інформації та відсутність чіткого механізму відповідальності за шкоду довкіллю.

2. ***Відсутність зонування та буферних зон.*** Житлові квартали часто межують із промисловими територіями, що посилює вплив негативних екологічних факторів на здоров’я мешканців.

3. ***Складна геолого-геоморфологічна структура території.*** Тектонічна активність, велика кількість розломів, складна структура залягання порід сприяють ерозійним процесам, утворенню зсувів, осіданню ґрунтів, що ускладнює рекультивацію порушених територій.

2.3. Вплив екологічних проблем на міське довкілля й населення

Як було зазначено у попередньому підрозділі, екологічна ситуація у Кривому Розі формувалася під впливом тривалого й масштабного функціонування промислових підприємств, насамперед гірничо-металургійного комплексу. Сучасна структура міста, наявність великої кількості виробничих об'єктів, відкритих кар'єрів, техногенних ландшафтів та систематичне перевищення екологічного навантаження зумовили не лише значну трансформацію природного середовища, але й створили низку ризиків для здоров’я та життєдіяльності мешканців. Однією з найгостріших проблем Кривого Рогу є забруднення атмосферного повітря. Згідно зі звітом

Криворізької міської ради, у 2024 році обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел промислових підприємств міста склав 76 тис. т., що на 4% більше, ніж у попередньому році. Основними джерелами викидів залишаються металургійні комбінати, гірничозбагачувальні підприємства, кар'єри відкритого типу, теплоелектростанції та автотранспорт. Ці фактори сприяють формуванню несприятливої екологічної ситуації в місті, що впливає на стан здоров’я та життєдіяльність мешканців [46].

Найбільш поширеними є такі речовини: діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту (NO_x), чадний газ (CO), пил, важкі метали (свинець, кадмій, марганець), бенз(а)пірен, формальдегід тощо. Таке забруднення має хронічний характер, а концентрації шкідливих речовин нерідко перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК) у 3–5 разів. Особливо небезпечні ситуації спостерігаються в умовах безвітряної погоди або температурних інверсій, коли шкідливі речовини тривалий час затримуються в приземному шарі повітря [46]. Інтенсивна промислова діяльність також спричинила значне забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, залишками технологічної переробки руди. Наявність териконів, шламосховищ і хвостосховищ сприяє фізико-хімічному й механічному виснаженню ґрунтового покриву. У прифабричних зонах фіксується зниження родючості, погіршення структури ґрунтів, що унеможливлює ведення сільськогосподарської діяльності або озеленення територій [42].

Водні об’єкти міста також зазнали значного антропогенного тиску. Основними водними артеріями Кривого Рогу є річка Інгулець та її притоки. Води забруднюються внаслідок скидання неочищених або недостатньо очищених промислових і побутових стоків, що надходять із територій металургійних комбінатів, шахт, фабрик та житлового сектору [47].

Систематичні перевищення нормативів вмісту важких металів, фосфатів, амонію та нафтопродуктів у воді призводять до евтрофікації, зниження рівня біорізноманіття, загибелі риби та інших водних організмів. Це, у свою чергу, підвищує ризики для здоров'я населення при використанні води для побутових потреб, зокрема в умовах аварій у водоочисних спорудах. Системне забруднення навколишнього природного середовища в Кривому Розі має безпосередній вплив на стан здоров'я мешканців міста. Шкідливі речовини, що потрапляють в атмосферне повітря, ґрунт, воду, створюють хронічний токсичний фон, який особливо небезпечний за умов постійного впливу протягом десятиліть [41].

У дослідженні, проведеному в межах ініціативної науково-дослідної роботи Дніпровського державного медичного університету (2019—2022 рр.) в рамках програми «Гігієнічна оцінка впливу природних та техногенних факторів на стан здоров'я населення» (№ держреєстрації 0118U004729), було здійснено гігієнічний аналіз рівнів аерогенного забруднення атмосферного повітря формальдегідом та ароматичними вуглеводнями (бензолом, толуолом, ксилолом, фенолом) у промислових містах України, зокрема — у Кривому Розі. За результатами розрахунку аерогенного навантаження (АН) на дитяче населення встановлено, що Кривий Ріг має одні з найвищих показників по таких речовинах [48]:

Таблиця 2.1. Аерогенне навантаження на дитяче населення м. Кривий Ріг за показниками вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Речовина	АН (мг/кг-рік)
Бензол	291,85
Формальдегід	5,71
Толуол	136,75

Продовження табл. 2.1.

Речовина	АН (мг/кг-рік)
Ксилол	39,58
Фенол	1,01

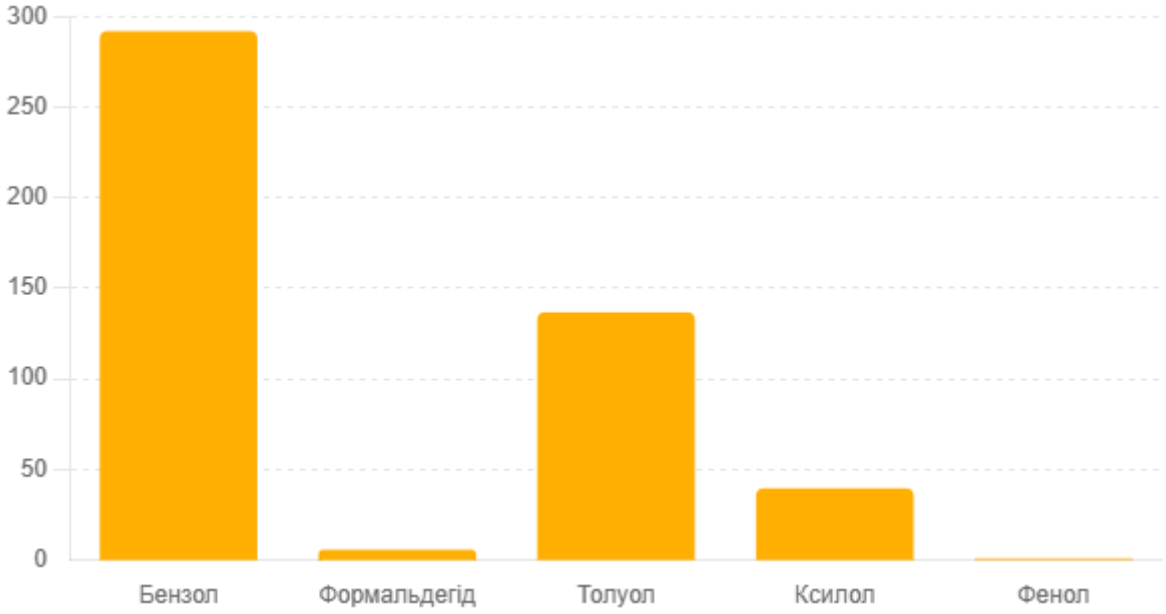

Рис. 2.2. Аерогенне навантаження на дитяче населення м. Кривий Ріг за показниками вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Канцерогенний ризик від інгаляційного впливу бензолу визнано високим (неприйнятним для населення) згідно з критеріями ВООЗ. Для формальдегіду рівень ризику віднесено до середнього, умовно допустимого в умовах виробництва, але неприйнятного для житлових територій. Популяційний ризик розвитку раку для населення Кривого Рогу становить близько 4980 додаткових випадків на мільйон населення від бензолу та 136 випадків — від формальдегіду. Крім того, встановлено високий неканцерогенний ризик для дихальної, імунної, нервової та серцево-судинної систем (HI заг. для Кривого Рогу = 4,15). Це свідчить про реальний тиск хімічного забруднення на здоров'я дітей, які є найбільш уразливою групою населення [48].

3. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ КРИВОГО РОГУ

3.1. Технологічна модернізація промислових підприємств

Технологічна модернізація — це комплексний процес оновлення та вдосконалення виробничих потужностей, обладнання, технологічних процесів, а також впровадження нових, ефективніших та екологічно безпечніших методів виробництва. Технологічна модернізація охоплює оновлення матеріально-технічної бази, а також впровадження нових знань, інновацій та управлінських підходів [49]. Значення модернізації полягає у:

● Підвищенні конкурентоспроможності: Нові технології дозволяють виробляти більш якісну продукцію з меншими витратами, що є ключовим для конкурування на внутрішньому та зовнішньому ринках.

● Зростанні продуктивності праці: Автоматизація та механізація процесів зменшують потребу в ручній праці та збільшують обсяги виробництва.

● Зменшенні негативного впливу на довкілля: Сучасні технології часто є більш енергоефективними та дозволяють скоротити шкідливі викиди та утворення відходів.

● Створенні нових робочих місць: Потреба в обслуговуванні нового обладнання та розробці інноваційних рішень стимулює розвиток нових професій.

● Інтеграції до світових ринків: Відповідність міжнародним стандартам якості та екологічної безпеки є передумовою для успішного експорту. [50].

Досвід технологічної модернізації підприємств в Україні.

Якщо говорити про Україну, то тут модернізації промисловості відбувається повільно та нерівномірно, переважно за ініціативою великих корпорацій, мають доступ до інвестиційних ресурсів і зовнішніх ринків. За

останні десятиліття Україна зіткнулася з необхідністю оновлення виробничих фондів, більшість з яких були введені в експлуатацію ще в середині XX ст. За даними, які були взяті з Державної служби статистики, рівень зношеності промисловості в Україні перевищує 60%, що загалом критично впливає на продуктивність, енергоефективність, і екологічну безпеку виробництва [51].

Безпосередньо місто Кривий Ріг є одним з найбільших індустріальних центрів України, що історично спеціалізується на гірничо-металургійній промисловості. Основними викликами для цього регіону є [52]:

● Високе екологічне навантаження: Діяльність великих підприємств, таких як "АрселорМіттал Кривий Ріг", призводить до значних викидів забруднюючих речовин в атмосферу та утворення великих обсягів промислових відходів.

● Застаріле обладнання: Частина виробничих потужностей успадкована з радянських часів і потребує значної модернізації.

● Енергоємність виробництва: Металургійні процеси є високо енергоємними, що вимагає впровадження енергозберігаючих технологій.

Розглянемо досвід модернізації на прикладі "АрселорМіттал Кривий Ріг", котре є яскравим прикладом підприємства, що активно інвестує в модернізацію. Компанія реалізувала низку масштабних проєктів, спрямованих на:

Модернізацію виробничих потужностей: До 2024 року, за даними компанії, було заплановано добудову двох машин безперервного лиття, що дозволяє значно оптимізувати процес виробництва сталі. Також проведено реконструкцію дрібносортового стану-250—4, що призвело до збільшення його потужності та підвищення ефективності виробництва [53].

Екологічні ініціативи: Важливим аспектом модернізації є зменшення екологічного сліду. Наприклад, виведення з експлуатації застарілої доменної печі №7 дозволило скоротити щорічні викиди забруднюючих речовин майже на 11 тис. т. Проте, згідно з Міською програмою вирішення екологічних проблем Кривбасу, станом на 2024 рік, деякі заходи з модернізації та реконструкції газоочисних установок залишаються невиконаними, а обсяги утворення відходів становили 140,6 млн. т., що підкреслює актуальність подальших зусиль у цьому напрямку [54].

Впровадження інноваційних технологій: Активно застосовуються такі технології як сліттінг (Slitting), що дозволяє інтенсифікувати випуск продукції, знизити витрати енергії та металу, а також підвищити продуктивність прокатних станів. Деякі підприємства також впроваджують системи "Smart Factory" для наскрізного відслідковування та планування виробництва, що підвищує їхню операційну ефективність [53].

Рекультивація земель: У Кривому Розі також проводяться роботи з рекультивації кар’єрів та териконів, що свідчить про системний підхід до зменшення негативного впливу промисловості на навколишнє середовище та відновлення пошкоджених земель, що є важливим елементом сталого розвитку.

Незважаючи на позитивні тенденції, українська промисловість стикається зі значними перешкодами на шляху до повноцінної модернізації. Наприклад у нас досі є застаріла технічна база. Велика частка промислового обладнання, особливо у хімічній промисловості та машинобудуванні є застарілою, що знижує ефективність та конкурентоспроможність [55]. Також у нас дуже обмежений доступ до фінансових ресурсів. Модернізація загалом вимагає значних капіталовкладень, яких у нас нема. Малий та середній бізнес часто зіштовхується з труднощами в отриманні довгострокових та доступних кредитів. Попри наявність наукових розробок, існує проблема з їхнім

практичним впровадженням у виробництво. Потрібно створювати сприятливі умови для генерації та комерціалізації інновацій [56]. Військові дії також відіграли свою роль, завдавши нищівного удару по українській промисловості, знищивши ключові потужності, особливо у машинобудівництві та металургії, розірвавши виробничі та логістичні ланцюги. Це призвело до значного падіння виробництва та зростання імпортозалежності [57].

Досвід технологічної модернізації промислових підприємств у Польщі.

Після розпаду комуністичного блоку у 1989 році Польща успадкувала економіку, яка значною мірою базувалася на важкій промисловості, що характеризувалася застарілими технологіями, низькою ефективністю, значним енергоспоживанням та високим рівнем забруднення довкілля. Ця промисловість була інтегрована у планову економіку Ради Економічної Взаємодопомоги і була неконкурентоспроможною на світових ринках. Перехід до ринкової економіки та прагнення до членства в Європейському Союзі стали основними рушіями для широкомасштабної модернізації та реструктуризації польської промисловості [58]. Модернізація промисловості Польщі була зумовлена кількома ключовими факторами та стратегіями:

Приватизація та залучення прямих іноземних інвестицій (ПІІ) — один з найважливіших інструментів. Приватизація дозволила залучити іноземний капітал, разом з яким в країну надходили новітні технології, управлінські практики, стандарти якості та доступ до глобальних ринків. Міжнародні компанії, купуючи або створюючи нові підприємства в Польщі, інвестували у модернізацію обладнання та процесів. Значні ПІІ були залучені в такі галузі, як автомобільна промисловість (наприклад, Volkswagen, Fiat), виробництво побутової техніки (Whirlpool, Samsung, LG) та електроніки [59].

Інтеграція до Європейського Союзу (2004 рік): Перспектива та згодом саме членство в ЄС стало потужним каталізатором. Воно відкрило доступ до структурних фондів ЄС, які були спрямовані на підтримку модернізації промисловості, інфраструктури, досліджень та розвитку. Вимоги ЄС щодо екологічних стандартів, стандартів якості продукції та умов праці змусили польські підприємства інвестувати у нові, більш чисті та ефективні технології [60].

Розвиток інноваційної екосистеми: Польща зосередилася на підтримці інновацій, хоча це був більш тривалий процес. Створювалися технологічні парки, інкубатори, підтримувалася співпраця між наукою та бізнесом. Хоча початково інновації часто приходили через ПІІ, з часом почав зростати і внутрішній інноваційний потенціал [60].

Розвиток людського капіталу: Усвідомлюючи важливість кваліфікованої робочої сили для сучасної промисловості, Польща інвестувала у реформу освіти, зокрема професійно-технічної, та навчання дорослих, адаптуючи навички до потреб нового ринку праці [61].

Створення сприятливого ділового клімату: Реформи, спрямовані на покращення бізнес-середовища, спрощення регуляторних процедур, податкові стимули для інвесторів відіграли важливу роль [60], [61].

Але Польща як і будь-яка країна зіткнулася з низкою проблем під час модернізації. Це було закриття неефективних підприємств, котре призводило до масових звільнень, що викликало соціальну напругу, особливо у регіонах з монопрофільною промисловістю (наприклад, у Сілезії). Також модернізовані підприємства мали доволі жорстоку конкуренцією на європейському та світовому ринках. На початкових етапах залучення ПІІ також існував ризик перетворення Польщі на "складальний цех" Європи, де виробництво мало низьку додану вартість, а центри залишалися за кордоном. Згодом Польща намагалася подолати цей ефект шляхом стимулювання

власних інновацій та залучення інвестицій у більш складні виробництва. Хоча ПІІ принесли технології, це також означало певну залежність від рішень материнських компаній. На початкових етапах переходу зберігалися бюрократичні бар'єри, які уповільнювали процеси [62]. Досвід Польщі може надати декілька важливих уроків для України. Перш за все те, що залучення прямих іноземних інвестицій є ключовим для притоку капіталу, технологій, управлінських знань та інтеграції у глобальні ланцюги створення вартості. Проте необхідно стимулювати інвестиції, що приносять високу додану вартість. Також те, що членство в ЄС надає доступ до фінансових ресурсів, зобов'язує до впровадження високих стандартів, що сприяє модернізації. Навіть перспектива членства може бути потужним стимулом. Модернізація промисловості неможлива без паралельних реформ у сфері бізнес-клімату, судової системи, податкової політики та розвитку людського капіталу. Нам також важливо розробляти програми підтримки для працівників, які постраждали від реструктуризації, включаючи перекваліфікацію та соціальні гарантії. З часом необхідно переходити від "складального виробництва" до створення власного інноваційного потенціалу, щоб підвищувати додану вартість продукції. Та те, що хоча ринок відіграє головну роль, держава може створювати стимули, інфраструктуру та умови для розвитку пріоритетних галузей. Загалом, досвід Польщі показує, що хоча шлях до модернізації складний і пов'язаний з викликами, він є можливим і може призвести до значного економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності на світовій арені.

3.2. Рекультивація забруднених територій та відновлення екосистем

Рекультивація — це сукупність заходів, котрі спрямовані на відновлення продуктивності земель, порушених внаслідок господарської діяльності людей, перш за все добувної та промислової. Основна мета даного

процесу полягає у відновленні екологічної рівноваги, покращенні стану довкілля, а також поверненні територій до функціонального використання — господарського, лісогосподарського, рекреаційного, а також природоохоронного [63].

Вітчизняний досвід рекультивації (на прикладі міста Кривий Ріг).

В Україні рекультивація регламентується низкою нормативно-правових актів, серед яких провідне місце посідає Закон України “Про охорону навколишнього середовища”, а також Земельний кодекс України та інші спеціальні підзаконні акти. До основних напрямів рекультиваційної діяльності в Україні можна віднести відновлення земель після відкритих гірничих розробок, також консервацію та рекультивацію териконів, шламонакопичувачів, і хвостосховищ. А також агрорекультивацію. Але в реальності є низка проблем, з якими наша держава стикається під час даного процесу, наприклад наявна відсутність довготривалого державного фінансування, також поширений слабкий моніторинг результатів. Доволі частим явищем є і те, що не використовується потенціал наукових розробок у галузі рекультивації. Безпосередньо Кривий Ріг, місто з багаторічною історією видобутку та переробки залізних руд. Це призвело до формування специфічного антропогенного ландшафту з численними кар'єрами, відвалами, хвостосховищами та просадками ґрунту. Відповідно, рекультивація в Кривому Розі є життєво необхідним процесом, адже наприклад мільярди тонн пустої породи формують гігантські відвали, що займають величезні площі, є джерелом пилу, змінюють мікроклімат і впливають на біорізноманіття, також те, що глибокі кар'єри змінюють гідрологічний режим, порушують природні ландшафти. До основних напрямів рекультивації на даній території можна віднести те, що ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” реалізує заходи на рівні підприємств, котрі

спрямовані на технічну, частково біологічну рекультивацію відвалів шламосховищ. Даний процес передбачає:

- вирівнювання поверхонь;
- висадку багаторічних трав для зменшення пилу;
- моніторинг стану ґрунтів та підземних вод.

На рівні міста відбувається розробка місцевих програм з екологічного відновлення територій, котрі базуються на Стратегіях сталого розвитку. Також використання рекультивованих територій для створення парків, зон відпочинку, що покращує якість життя містян. Відбувається залучення екологічних організацій до моніторингу й оцінки ефективності рекультиваційних заходів [54].

Попри реалізацію окремих позитивних ініціатив з технічної та біологічної рекультивації, процес відновлення деградованих територій у Кривому Розі стикається з рядом системних викликів. Ці виклики мають комплексний характер і охоплюють економічні, організаційні, екологічні та технологічні аспекти [54] .

1. Фінансова обмеженість.

Одним із ключових стримуючих факторів є недостатній рівень фінансування рекультиваційних заходів як з боку державного бюджету, так і з боку промислових підприємств. Рекультивація вимагає значних інвестицій у технічне облаштування, транспортування ґрунтів, проведення біологічних робіт, а також подальший моніторинг стану довкілля.

2. Недосконалість законодавчої та нормативної бази.

Законодавство України в сфері рекультивації є фрагментарним. Хоча наявні положення містяться в Земельному кодексі України, Законі «Про

охорону навколишнього природного середовища», спеціалізованих наказах Міндовкілля, вони не завжди узгоджені між собою.

3. Низький рівень інтеграції наукових розробок у практику.

У місті діють наукові установи, зокрема Криворізький національний університет, що займаються проблематикою рекультивації та розробкою фіторемедіаційних технологій. Проте зв’язок між наукою і промисловістю залишається слабким, адже інноваційні рішення рідко впроваджуються на практиці, а також відсутні програми державно-приватного партнерства в рекультивації.

4. Переважання технічної рекультивації над біологічною та екосистемною.

Більшість здійснюваних заходів зводяться до технічного вирівнювання відвалів або часткового засипання кар’єрів. Біологічна рекультивація часто носить формальний характер або обмежується висадкою невибагливих трав.

5. Слабкий громадський контроль та участь населення.

Хоча деякі екологічні ініціативи в місті реалізуються за участі громадських організацій, загалом участь громади у плануванні та контролі за рекультивацією залишається низькою. Це знижує прозорість процесів та не стимулює екологічну відповідальність промислових суб’єктів.

6. Наявність вторинного забруднення.

Навіть після рекультивації, відновлені території можуть залишатися небезпечними в екологічному сенсі через залишкове забруднення важкими металами, нафтопродуктами, фенолами та відсутність системного моніторингу стану ґрунтів, води та повітря.

Міжнародний досвід рекультивації (на прикладі Рурського регіону Німеччини).

Світова практика демонструє ефективні підходи до рекультивації, котрі базуються на принципах інтегрованого управління ландшафтами, екосистемного підходу, а також сталого використання природних ресурсів. Як приклад, розглянемо вже відомий Рурський регіон, що в Німеччині, котрий впродовж XX століття зазнавав інтенсивної вугільної та металургійної експлуатації. У рамках проєкту IBA Emscher Park, відбулося закриття шахт, із подальшим збереженням, окремих індустріальних об'єктів, як елементів культурної спадщини. Також відбулося перепланування територій, створилися міські парки, лісопосадки, а також екокоридори.

Рис. 3.1. Перетворення найбільшої вугільної шахти "Zeche Zollverein" (м. Ессен) на музей промислового дизайну творчості та відпочинку

Виконалася ренатуралізація річки Емшер, котра через техногенне забруднення була каналом [64]. Та звісно ж відбулося залучення місцевих громад, а також міжнародних інвесторів до реалізації урбаністичних проєктів, котрі були орієнтовані на покращення екологічного стану. Загалом,

досвід даного регіону підтверджує ефективність інтеграції природоохоронних, соціальних, а також культурних аспектів у процес відновлення промислових територій [65].

Загалом, досвід Рурського регіону Німеччини демонструє, як колишні індустріальні території можуть бути успішно перетворені на екологічно безпечні, культурно привабливі та соціально орієнтовані простори. Для Кривого Рогу особливо цінними є такі елементи цього досвіду:

- комплексний підхід до рекультивації (поєднання технічних, біологічних і соціальних заходів);
- ренатуралізація водних об’єктів і створення екопарків;
- залучення громади до планування та контролю;
- використання державно-приватного партнерства;
- перетворення відновлених територій у зони відпочинку й туризму.

Запозичення цих практик може значно підвищити ефективність рекультивації в Кривому Розі та сприяти переходу до моделі сталого міського розвитку.

3.3. Розвиток системи екологічного управління у місті

Розвиток системи екологічного управління в промислових містах, таких як Кривий Ріг, є критично важливим аспектом пом'якшення геоекологічних проблем, спричинених інтенсивною індустріальною діяльністю. Ефективне екологічне управління передбачає комплексний підхід, що включає законодавче регулювання, моніторинг, контроль, впровадження екологічних стандартів та залучення громадськості.

В Україні система екологічного управління ґрунтується на Конституції України, Законах України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про охорону атмосферного повітря", "Про відходи", "Про

оцінку впливу на довкілля" та інших нормативно-правових актах. Ці документи визначають загальні принципи екологічної політики, встановлюють нормативи допустимого забруднення, регулюють поводження з відходами та вимагають проведення екологічної експертизи проектів. У Кривому Розі, як великому промисловому центрі, діяльність підприємств гірничо-металургійного комплексу регулюється цими загальнодержавними нормами. Підприємства зобов'язані отримувати дозволи на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, скиди у водні об'єкти, а також на розміщення відходів. Важливим елементом є також екологічний податок, який сплачується за обсяги забруднення та має стимулювати підприємства до зменшення негативного впливу.

На рівні міста Кривий Ріг функціонують різноманітні органи, які відіграють ключову роль у системі екологічного управління [54], [40], [30], [8]:

● Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та його територіальні підрозділи (наприклад, Державна екологічна інспекція Придніпровського округу) здійснюють державний нагляд (контроль) за дотриманням природоохоронного законодавства. Вони проводять перевірки підприємств, накладають штрафи за порушення, контролюють виконання дозволів та ліцензій.

● Органи місцевого самоврядування (Криворізька міська рада та її виконавчі органи) мають повноваження у сфері екологічної безпеки та раціонального природокористування на місцевому рівні. Вони розробляють та затверджують місцеві екологічні програми, координують діяльність природоохоронних служб, залучають громадськість до вирішення екологічних проблем, а також можуть ініціювати розробку проектів з покращення екологічної ситуації в місті.

● Департаменти екології та природних ресурсів при обласних державних адміністраціях відповідають за реалізацію державної екологічної політики на регіональному рівні, розробку регіональних екологічних програм та моніторинг стану довкілля.

Система екологічного моніторингу в Кривому Розі є життєво необхідною для оцінки стану довкілля та ефективності природоохоронних заходів. Вона включає моніторинг атмосферного повітря, котрий здійснюється як державними органами (наприклад, Дніпропетровським обласним центром з гідрометеорології), так і власними лабораторіями великих промислових підприємств. Проводяться заміри концентрацій основних забруднюючих речовин (пил, діоксид сірки, оксиди азоту, фенол, формальдегід тощо).

● Моніторинг водних ресурсів: Контролюється якість поверхневих вод (річки Інгулець, Саксагань) та стічних вод промислових підприємств. Особлива увага приділяється скидам у річку Інгулець, що є джерелом питного водопостачання для частини регіону.

● Моніторинг ґрунтів та відходів: Оцінюється забруднення ґрунтів важкими металами та іншими токсичними речовинами, а також стан відвалів та хвостосховищ.

● Внутрішній виробничий контроль: Промислові підприємства зобов'язані вести власний екологічний моніторинг викидів та скидів, а також дотримуватися встановлених нормативів.

Розвиток системи екологічного управління у Кривому Розі неможливий без впровадження сучасних екологічних стандартів та передових технологій:

● Системи екологічного менеджменту: Багато великих підприємств Кривого Рогу, особливо ті, що орієнтовані на міжнародні ринки, впроваджують системи екологічного менеджменту відповідно до міжнародних стандартів ISO 14001. Це передбачає розробку екологічної

політики, встановлення цілей та завдань, проведення аудиту, оцінку екологічних ризиків та постійне покращення екологічних показників.

● Найкращі доступні технології та методи управління (НДТМ): Європейський досвід та вимоги до інтегрованих дозволів на забруднення (IPPC Directive) підштовхують до застосування НДТМ, які дозволяють досягти найменшого впливу на довкілля при наявному рівні технологічного розвитку. Хоча в Україні цей підхід ще не повноцінно імплементований, промислові гіганти Кривого Рогу поступово модернізують виробництво, встановлюючи нові очисні споруди, системи газоочищення та впроваджуючи безвідходні технології.

● Рекультивація та відновлення земель: Як вже було зазначено, значна увага приділяється рекультивації порушених земель. Це включає біологічну рекультивацію відвалів, що допомагає зменшити пилоутворення та відновити ґрунтовий покрив.

Важливим компонентом ефективної системи екологічного управління є активна участь громадськості та підвищення рівня екологічної свідомості:

● **Громадські організації:** У Кривому Розі функціонує низка громадських екологічних організацій, які здійснюють громадський моніторинг, проводять екологічні акції, беруть участь у обговоренні екологічних програм та подають звернення до органів влади. Вони є важливим інструментом громадського контролю та адвокації.

● Доступ до екологічної інформації: Згідно з Орхуською конвенцією, громадяни мають право на доступ до екологічної інформації. Хоча в Україні є прогрес у цьому напрямку, повна прозорість щодо даних моніторингу та планів підприємств все ще залишається викликом.

● Екологічна освіта та виховання: Проведення освітніх програм, кампаній з підвищення екологічної свідомості серед населення, особливо серед молоді, є ключовим для формування відповідального ставлення до довкілля.

Незважаючи на певні кроки у розвитку системи екологічного управління, Кривий Ріг стикається з низкою проблем. Наприклад недостатньою ефективністю державного контролю, адже обмежені ресурси та певні прогалини у законодавстві можуть знижувати ефективність державного екологічного контролю. Зношеність основних фондів підприємств: багато промислових потужностей є застарілими, що вимагає значних інвестицій у їх модернізацію для досягнення сучасних екологічних стандартів. Відсутність стратегічного планування: часто екологічні заходи є реактивними, а не проактивними, що свідчить про нестачу довгострокової стратегії комплексного екологічного управління на рівні міста та регіону.

Вплив воєнних дій: повномасштабна війна значно ускладнила екологічну ситуацію, переорієнтувавши ресурси та увагу на інші пріоритети, а також спричинивши нові руйнування та забруднення [67] . Перспективи розвитку системи екологічного управління у Кривому Розі пов'язані з подальшою гармонізацією українського законодавства з нормами ЄС, залученням інвестицій у "зелені" технології, посиленням відповідальності підприємств за екологічні порушення, розширенням можливостей для громадського контролю та розробкою інтегрованих територіальних програм екологічної безпеки з урахуванням досвіду інших промислових регіонів світу. Перехід до циркулярної економіки та раціонального використання ресурсів має стати ключовим елементом у майбутньому екологічному управлінні міста.

3.4. Проведення екологічної пропаганди та освітньо-виховної роботи

Ключовим фактором у подоланні геоекологічних проблем промислових міст є системна екологічна просвітницька та виховна діяльність. Вона спрямована на формування високого рівня екологічної свідомості та відповідальної поведінки населення, оскільки усвідомлення громадянами

важливості екологічних питань та їхньої особистої участі у збереженні довкілля є необхідною передумовою для ефективності природоохоронних заходів.

Світовий досвід екологічної освіти та пропаганди.

Міжнародний досвід демонструє різноманіття підходів та інструментів екологічної освіти та пропаганди, які можуть бути адаптовані до місцевих умов. Наприклад інтеграцію в навчальні програми. У багатьох країнах світу, наприклад, Німеччині, Скандинавських країнах, або ж Канаді екологічні теми інтегровані в шкільні та університетські навчальні програми з різних дисциплін, біології географії, хімії, а не лише викладаються як окремий предмет [12], [13], [10]. Це дозволяє формувати системне екологічне мислення. Також у закладах вищої освіти широко представлені спеціальності та магістерські програми, присвячені екології, природокористуванню, сталій енергетиці та екологічному менеджменту. У даних країнах доволі поширеним є акцент на підготовці вчителів, здатних ефективно викладати екологічні концепції та виховувати екологічну відповідальність. Відбувається створення інтерактивних екологічних центрів, або ж так званих "зелених" музеїв, які пропонують освітні програми для дітей та дорослих, екскурсії, майстер-класи наприклад, Science Museums у США, та “Zentren für Umweltbildung und Nachhaltigkeit” [66] у Німеччині. Відбувається використання природоохоронних територій як освітніх платформ, де відвідувачі можуть безпосередньо взаємодіяти з природою та дізнаватися про її цінність. У даних країнах великі компанії інвестують у екологічні освітні програми для своїх співробітників та місцевих громад, а також підтримують екологічні ініціативи. Також правильним рішенням є використання телебачення, радіо, друкованих ЗМІ та, особливо, соціальних мереж для поширення інформації про екологічні проблеми та шляхи їх вирішення, наприклад, кампанії щодо роздільного збору сміття, енергозбереження,

водних ресурсів. Пропаганда крім того відбувається через використання художніх виставок, театральних вистав, музичних проектів для привернення уваги до екологічних питань та формування емоційного зв'язку з природою. Ну і звісно ж значну роль відіграє створення доступних онлайн-ресурсів з екологічною інформацією, порадами щодо сталого способу життя [66], [21], [22], [23].

Стан екологічної пропаганди та освітньо-виховної роботи в Кривому Розі.

У місті Кривий Ріг екологічна освіта та пропаганда мають свої особливості та стикаються з викликами, які є властивими для промислових міст. Наприклад, у нашій країні доволі “формальна освіта”, адже елементи екологічного спрямування присутні в шкільних курсах, наприклад, основи здоров’я, біологія, географія, однак їхнє наповнення, та практична спрямованість є недостатніми для формування всебічної екологічної свідомості в умовах специфічного геоекологічного середовища Кривого Рогу. Щодо закладів вищої освіти, то до прикладу Криворізький національний університет та інші навчальні заклади пропонують спеціальності, котрі пов'язані з екологією та природокористуванням, готуючи фахівців у цій галузі. Аналогічно проводяться наукові дослідження, які можуть бути інтегровані в освітній процес. У місті також проводяться екологічні тижні, конкурси, виставки, акції з прибирання території, діють громадські організації, які організовують екологічні акції, прес-конференції, з питань екології. Однак їхня діяльність часто залежить від грантової підтримки та ентузіазму активістів. Деякі великі промислові підприємства в рамках своєї соціальної відповідальності проводять екологічні заходи, спрямовані на підвищення екологічної обізнаності серед співробітників та місцевих громад (наприклад, озеленення територій, освітні програми) [46], [40], [36], [35].

Але у міста також є свої проблеми та виклики, з якими стикається при впровадженні екологічної пропаганди:

● пасивність населення: Частково, через тривалий вплив промисловості та низький рівень екологічної культури, значна частина населення може проявляти апатію до екологічних проблем;

● недостатня системність: Екологічна освіта та пропаганда часто мають епізодичний характер, бракує системного підходу та скоординованої стратегії;

● брак фінансування: Недостатнє фінансування з місцевих бюджетів та обмежені можливості громадських організацій стримують розвиток масштабних та ефективних програм;

● промисловий імідж: Історично Кривий Ріг асоціюється з промисловістю, що може ускладнювати формування "зеленого" іміджу та залучення до екологічних ініціатив.

Рекомендації щодо впровадження ефективної екологічної пропаганди та освітньо-виховної роботи в Кривому Розі.

Для покращення геоекологічної ситуації в Кривому Розі та формування екологічно відповідального суспільства необхідно впроваджувати низку заходів, спираючись на кращий світовий досвід:

1. Розробка та реалізація комплексної Муніципальної програми екологічної освіти та виховання:

- визначення стратегічних цілей, завдань, цільових груп, індикаторів успішності;

- залучення до розробки програми представників органів влади, підприємств, освітніх закладів, науковців, громадськості;

- регулярний моніторинг та оцінка ефективності програми.

2. Посилення ролі формальної освіти:

- інтеграція “криворізького екологічного контексту” в навчальні програми шкіл та ЗВО. Наприклад вивчення специфічних проблем міста, наприклад відвали, кар'єри, хвостосховища, місцевого біорізноманіття, шляхів їх вирішення.

- практична спрямованість: Організація регулярних екскурсій на рекультивовані території, до очисних споруд підприємств, звісно ж за умови дотримання безпеки, до місцевих природних об'єктів.

- підготовка педагогів: Проведення тренінгів та семінарів для вчителів щодо сучасних методик екологічної освіти та виховання, з акцентом на місцеву специфіку.

3. Розвиток мережі неформальної екологічної освіти:

- створення міського Екологічного центру. Можна це зробити як і на основі існуючих установ, або ж з нуля, як мультифункціонального майданчика для проведення лекцій, майстер-класів, виставок, кіноклубів, дискусій, орієнтованих на різні вікові групи.

- організація “Зелених шкіл” або екологічних таборів: для дітей та підлітків під час канікул, з акцентом на практичні навички (роздільний збір, енергоефективність, екодизайн);

- розвиток екологічного туризму: Створення екскурсійних маршрутів до унікальних природних та техногенних об'єктів Кривого Рогу (наприклад, ботанічний сад, деякі ділянки кар'єрів, рекультивовані відвали) з освітньою складовою.

4. Активізація екологічної пропаганди та комунікації:

- *впровадження широкомасштабних медіа-кампаній:* розробка та проведення регулярних інформаційних кампаній у місцевих ЗМІ (телебачення, радіо, друковані видання) та соціальних мереж.

5. Підтримка громадських ініціатив та корпоративної соціальної відповідальності:

- грантова підтримка: Заснування місцевих грантових програм для підтримки екологічних проектів громадських організацій.

- партнерство: Створення механізмів для співпраці між органами влади, підприємствами та громадськістю у реалізації спільних екологічних проектів.

- програми для співробітників: Стимулювання підприємств до розробки та впровадження внутрішніх екологічних програм для своїх працівників, включаючи навчання та заохочення до екологічно відповідальної поведінки.

Впровадження цих рекомендацій дозволить Кривому Рогу не лише покращити екологічну ситуацію, але й трансформувати імідж міста, перетворивши його з виключно промислового центру на осередок інновацій у сфері екологічного менеджменту та свідомості.

4. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІСТА

У контексті геоекологічної ситуації Кривого Рогу подальший розвиток міста може мати два абсолютно різні сценарії — перший, пов’язаний з впровадженням системних заходів з покращення стану довкілля, другий - з відсутністю цілеспрямованого покращення екологічної політики. Варто зазначити, що кожен з варіантів варто оцінювати не лише з екологічної точки зору, а й з точки зору соціально-економічного добробуту, здоров’я населення, інвестиційної привабливості, житлової інфраструктури.

Якщо у місті буде реалізована комплексна програма з екологічного відновлення території, котра включатиме модернізацію промислових підприємств, рекультивацію забруднених земель, розвиток зелених зон, ефективну систему моніторингу стану довкілля, а також активну участь громадськості у формуванні екологічної політики, Кривий Ріг має всі шанси на те, щоб перетворитися з важкого індустріального центру на місто, котре може бути зразком екологічної трансформації. Систематичне зниження обсягів викидів забруднюючих речовин, очищення грунтів і водойм, впровадження екологічно безпечних технологій у гірничо-металургійному секторі, а також формування нового мислення серед жителів сприятимуть поліпшенню якості життя, зростанню його тривалості, зменшенню рівня онкологічних і респіраторних захворювань. У довгостроковій перспективі це підвищить інвестиційну привабливість міста, зменшить відтік населення, створить нові робочі місця в сфері екотехнологій, міського озеленення, переробки відходів, енергоефективності. Кривий Ріг може долучитися до міжнародних програм сталого розвитку, залучаючи донорські кошти на реабілітацію територій, та слугувати прикладом трансформації для інших індустріальних міст Східної Європи.

Однак у разі бездіяльності або збереження лише декларативного характеру природоохоронних заходів, місто зіштовхнеться з подальшою

деградацією довкілля, що спричинить загострення соціально-економічних проблем. Виснаження природних ресурсів, накопичення промислових відходів, забруднення атмосферного повітря та вод, погіршення стану ґрунтів призведуть до ще більшого навантаження на систему охорони здоров'я, еміграції працездатного населення, занепаду мікрорайонів, що межують із промисловими зонами. Відсутність перспектив екологічної безпеки унеможливить розвиток туризму, альтернативних видів економіки, зменшить привабливість міста для інвесторів і знизить рівень довіри до органів місцевого самоврядування. У довгостроковому вимірі Кривий Ріг може перетворитися на депресивну територію з критичним рівнем техногенного навантаження, що потребуватиме надзвичайного втручання держави або міжнародної допомоги для забезпечення елементарних умов життя.

Таким чином, майбутнє Кривого Рогу безпосередньо залежить від послідовності та масштабу реалізації заходів з екологічної модернізації. Перелік таких ключових напрямів може включати: технічну й біологічну рекультивацію порушених земель, модернізацію очисних споруд, перехід до замкнених циклів виробництва, розвиток екологічної освіти та просвітницької роботи, підтримку зеленого бізнесу, цифровізацію моніторингу довкілля, а також інтеграцію екологічних принципів у просторове планування міста.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило комплексно охарактеризувати геоекологічну ситуацію у промислових містах України на прикладі Кривого Рогу, встановити першопричини формування екологічних проблем, проаналізувати їхній вплив на довкілля та населення, а також окреслити пріоритетні напрями вирішення наявних викликів. У роботі зазначено, що головною передумовою загострення екологічної ситуації в Кривому Розі є тривалий індустріальний розвиток без урахування екологічних обмежень, що призвів до значного антропогенного навантаження на природне середовище. Основними проблемами залишаються критичне забруднення атмосферного повітря, деградація ґрунтів, порушення гідрологічного режиму та інтенсивна трансформація природного ландшафту внаслідок діяльності гірничо-металургійного комплексу. Завдяки аналізу структурно-функціональної організації міста встановлено, що просторовий розвиток Кривого Рогу історично відбувався без урахування санітарно-захисних зон, що спричинило безпосередній контакт житлових масивів із промисловими об'єктами. Це, у свою чергу, зумовило суттєве зниження якості життя населення та підвищення ризиків для здоров’я, зокрема зростання онкологічних і респіраторних захворювань, особливо серед дітей. Особливу увагу у роботі приділено розробці напрямів подолання наявних проблем. Доведено, що технологічна модернізація підприємств, зокрема приклад ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», є важливим чинником зменшення обсягів шкідливих викидів. Водночас, застаріла технічна база, обмеженість фінансових ресурсів та наслідки повномасштабної війни в Україні перешкоджають швидкому впровадженню екологічно безпечних рішень. Рекультивація порушених територій визначена як пріоритетний інструмент екологічного відновлення, однак вона потребує комплексного підходу з акцентом не лише на технічне, а й на біологічне відновлення. Аналіз досвіду Рурського регіону в Німеччині підтвердив ефективність інтегрованих

підходів до реабілітації індустріальних ландшафтів, що можуть бути адаптовані в українських реаліях. Розвиток системи екологічного управління в місті, включаючи екологічний моніторинг, оцінку впливу на довкілля, впровадження міжнародних стандартів (ISO 14001, НДТМ), а також залучення громадськості та просвітницьку діяльність, є обов'язковими умовами для досягнення екологічної стабільності. Наголошено, що без належного рівня екологічної свідомості мешканців та формування культури екологічної відповідальності навіть найкращі технологічні та управлінські ініціативи не досягнуть очікуваної ефективності. У зв'язку з цим підвищення ролі екологічної освіти та пропаганди — як формальної, так і неформальної — має стати одним із пріоритетів міської політики.

Отже, перспективи Кривого Рогу безпосередньо залежать від системного впровадження заходів з екологічної трансформації. Місто має потенціал стати прикладом «зеленого» індустріального центру, однак для цього необхідно забезпечити гармонізацію екологічного законодавства, модернізацію виробництва, підвищення інституційної спроможності органів влади та активізацію громадянського суспільства. В іншому випадку збереження існуючих негативних тенденцій може призвести до соціально-екологічної деградації населеного пункту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екологічні проблеми великих міст та промислових центрів [Електронний ресурс] // Науково-освітній портал «Наука і освіта» / Всеукраїнська науково-практична конференція. Режим доступу: https://oldconf.neasmo.org.ua/node/702. Дата доступу: 19.05.2025

2. Екологічні проблеми промислового комплексу [Електронний ресурс] // Бібліотека BukLib.net. Режим доступу: https://buklib.net/books/23380/. Дата доступу: 12.05.2025.

3. Guidelines on the Strategic Environmental Assessment of Urban Planning Documentation in Ukraine [Електронний ресурс] // EU4Environment. 2023. Режим доступу: https://www.eu4environment.org/app/uploads/2024/07/Ukraine_Guidelines-on-SEA-of-Urban-Planning_ENG.pdf. Дата доступу: 19.05.2025.

4. Белоусова, К. ArcelorMittal спричинив 87% промислового забруднення повітря Кривого Рогу [Електронний ресурс] // Екополітика. – 2023. 10 листопада. Режим доступу: https://ecopolitic.com.ua/news/arselormittal-sprichiniv-87-promislovogo-zabrudnennya-povitrya-krivogo-rogu-2/. Дата доступу: 22.05.2025.

5. Climate Strategy of Linz (Knowledge Network Concept) [Електронний ресурс]. Linz City Administration, 2013. 54 p. Режим доступу: https://www.linz.at/media/umwelt/KN-Konzept_EN.pdf. Дата доступу: 19.05.2025.

6. Solar City Linz, Austria [Електронний ресурс] // Urban Green-Blue Grids. Режим доступу: https://urbangreenbluegrids.com/projects/solar-city-linz-austria/ – Дата доступу: 19.05.2025.

7. Sozcelik, S. Social Sustainability and Spatial Design: A Case Study of Solar City Linz [Електронний ресурс]. OIKODOMOS. Режим доступу: https://www.oikodomos.org/workspaces/app/webroot/files/references/text/sozcelik_15_solar_city.pdf. Дата доступу: 16.05.2025.

8. Про стратегічну екологічну оцінку : Закон України від 20.03.2018 № 2697-VIII [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text. Дата доступу: 22.05.2025.

9. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text. Дата доступу: 22.05.2025.

10. Стратегічна екологічна оцінка [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Стратегічна_екологічна_оцінка. Дата доступу: 22.05.2025.

11. Коли проведення екологічного аудиту є обов'язковим? // Center-LTD : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://center-ltd.com.ua/novyny/koly-provedennya-ekologichnogo-audytu-ye-obov-yazkovym/ (дата звернення: 10.05.2025).

12. German Society for International Cooperation (GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) // State Tax Service of Ukraine: офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://tax.gov.ua/en/sts-activity/international-cooperation/information-on-cooperation/giz/ (дата звернення: 10.05.2025).

13. Європейський банк реконструкції та розвитку // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Європейський_банк_реконструкції_та_розвитку (дата звернення: 10.05.2025).

14. Європейський інвестиційний банк // Міністерство фінансів України : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://mof.gov.ua/uk/eib (дата звернення: 10.05.2025).

15. Про затвердження Програми підтримки і розвитку житлово-комунальної інфраструктури Хмельницької міської територіальної громади на 2022–2027 роки // Хмельницька міська рада : офіційний сайт.

Електрон. ресурс. Режим доступу: https://www.khm.gov.ua/uk/content/pro-zatverdzhennya-programy-pidtrymky-i-rozvytku-zhytlovo-komunalnoyi-infrastruktury-1 (дата звернення: 10.05.2025)

16. Рурський регіон [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD (дата звернення: 19.05.2025).

17. The long and winding road from black to green: Just Transition for All [Електронний ресурс]. 2022. Режим доступу: https://justtransitionforall.com/wp-content/uploads/2022/07/The-long-and-winding-road-from-black-to-green.pdf – Дата доступу: 19.05.2025.

18. Історія трансформації Рурського регіону: від чорного до зеленого [Електронний ресурс] // Енергетичний перехід в Україні. Режим доступу: https://energytransition.in.ua/project/1977/ Дата доступу: 19.05.2025.

19. Hajster. Фрайбург — приклад сталого енергоефективного розвитку міста // Hajster : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://hajster.com/case/freiburg-an-example-of-sustainable-energy-efficient-urban-development (дата звернення: 10.05.2025)

20. Swisscontact. Green cities // Swisscontact : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://www.swisscontact.org/en/our-work/our-expertise/green-cities (дата звернення: 06.05.2025)

21. The CPH 2025 Climate Plan [Електронний ресурс] // Copenhagen Urban Development. Режим доступу: https://urbandevelopmentcph.kk.dk/climate. Дата доступу: 19.05.2025.

22. The Green Cities. The positive effect of Green Cities // The Green Cities : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://thegreencities.eu/ (дата звернення: 106.05.2025).

23. Cities as Drivers of Sustainable Transformation: Lessons from Amsterdam’s Transition towards a Circular Economy [Електронний ресурс] // McGill Business Law Platform. Режим доступу: https://www.mcgill.ca/business-law/article/cities-drivers-sustainable-transformation-lessons-amsterdams-transition-towards-circular-economy – Дата доступу: 19.05.2025.

24. Thompson, M., Cator, C., Beel, D., Jones, I. R., Jones, M., & Morgan, K. Amsterdam’s Circular Economy at a World-ecological Crossroads: Postcapitalist Degrowth or the Next Regime of Capital Accumulation [Електронний ресурс] // Cambridge Journal of Regions, Economy and Society. 2024. Vol. 17, No. 3. P. 535–550. Режим доступу: https://doi.org/10.1093/cjres/rsae022. Дата доступу: 19.05.2025.

25. NV.ua. Китайський Шеньчжень повністю електрифікував свій автобусний парк // NV : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://nv.ua/ukr/auto/news/kitayskiy-shenzhen-povnistyu-elektrifikuvav-sviy-avtobusniy-park-2443071.html (дата звернення: 10.05.2025).

26. Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) // Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України : офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://mepr.gov.ua/diyalnist/mizhnarodna-diyalnist/spivrobitnytstvo-z-mizhnarodnymy-organizatsiyamy/programa-oon-z-navkolyshnogo-seredovyshha-yunep/ (дата звернення: 10.05.2025).

27. European Environment Agency. European Environment Agency's home page // European Environment Agency: офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://www.eea.europa.eu/en (дата звернення: 10.05.2025).

28. Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. Home // Global Covenant of Mayors: офіційний сайт. Електрон. ресурс. Режим доступу: https://www.globalcovenantofmayors.org/ (дата звернення: 10.05.2025).

29. Природні ресурси [Електронний ресурс] // Природа Криворіжжя / Криворізький державний педагогічний університет. Режим доступу: https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/pryrodni-resursy.html. Дата доступу: 19.05.2025.

30. Криворізький залізорудний басейн // Вікіпедія : вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Криворізький_залізорудний_басейн/ Дата звернення: 19.05.2025.

31. Iron ore mining and processing [Електронний ресурс] // ArcelorMittal Ukraine. Режим доступу: https://ukraine.arcelormittal.com/production-sycle/iron-ore-mining-and-processing/ Дата доступу: 19.05.2025.

32. Райони Кривого Рогу [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Категорія:Райони_Кривого_Рогу/ Дата доступу: 22.05.2025.

33. Географія та природний потенціал району [Електронний ресурс] // Криворізька районна державна адміністрація. Режим доступу: https://krrda.dp.gov.ua/krivorizka-rda/pro-rajon/geografiya-ta-prirodnij-potencial-rajonu/ Дата доступу: 19.05.2025.

34. Independent Social Risk Assessment Study Kryvyi Rih Tram Project. International Finance Corporation (IFC). 2020. Режим доступу: https://ewsdata.rightsindevelopment.org/files/documents/94/IFC-43194_tUPRFyS.pdf.

35. Yatsyk, A.V., Shevchuk, V.Ya. (2006). Entsyklopediya vodnoho hospodarstva, pryrodokorystuvannya, staloho rozvytku. [Encyclopedia of water management, nature management, sustainable development]. Kyiv: Genesis, 1000. [in Ukrainian]. [Яцик, А.В., Шевчук, В.Я. (2006).

Енциклопедія водного господарства, природокористування, сталого розвитку. Київ: Генеза, 1000].

36. Стратегічна екологічна оцінка проєкту оновленої Стратегії розвитку Дніпропетровської області на період до 2027 року [Електронний ресурс] // Дніпропетровська обласна державна адміністрація. Режим доступу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/Stratehichna%20ekolohichna%20otsinka/2025/2025-02-24/SEO-strategii-Dnipr-oblasti.pdf. Дата доступу: 19.05.2025.

37. Червоні річки і пил у повітрі: чому Кривий Ріг вважають екологічною бомбою [Електронний ресурс] // BBC News Україна. – 2019. 24 липня. Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/features-49083696. Дата доступу: 19.05.2025.

38. ArcelorMittal спричинив 87% промислового забруднення повітря Кривого Рогу [Електронний ресурс] // Екополітика. 2023. 26 липня. Режим доступу: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/arselormittal-sprichiniv-87-promislovogo-zabrudnennya-povitrya-krivogo-rogu/. Дата доступу: 19.05.2025.

39. Тривожна ситуація з повітрям у Кривому Розі [Електронний ресурс] // Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2023. 10 листопада. Режим доступу: https://cleanair.org.ua/12950/truvogna-sityachiya-z-povitryam-y-kruvomy-rozi/. Дата доступу: 19.05.2025.

40. Екологічна ситуація у Кривому Розі [Електронний ресурс] // Kryvyi-rih.name. 2023. 5 жовтня. Режим доступу: https://kryvyi-rih.name/uk/eternal-1828-ekologichna-sytuacziya-u-kryvomu-rozi. Дата доступу: 19.05.2025.

41. Чемерис, А. В. Оцінка якості води в місті Кривий Ріг за індексом забруднення води (ІЗВ) [Електронний ресурс] // Кваліфікаційна робота. Запорізький національний університет, 2022. Режим доступу:

https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/17674/1/Chemeris.pdf. Дата доступу: 22.05.2025.

42. У Кривому Розі провели перевірку ґрунтів: що виявили [Електронний ресурс] // Перший Криворізький. 2024. 13 вересня. Режим доступу: https://one.kr.ua/news/55700. Дата доступу: 22.05.2025.

43. Крамарьов, С. М., Бандкра, Л. П. Науково-практичний посібник з екологічної безпеки гірничопромислових регіонів [Електронний ресурс]. Дніпро: Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, 2020. 208 с. Режим доступу: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3407/1/НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ%20ПОСІБНИК_Крамарьов%20СМ.%20Бандкра%20ЛП.pdf. Дата доступу: 10.05.2025.

44. Про найбільші еко катастрофи, пов’язані з аваріями на хвостосховищах промвідходів [Електронний ресурс] // Екологія підприємства. 2021. 9 червня. Режим доступу: https://ecolog-ua.com/news/pro-naybilshi-ekokatastrofy-povyazani-z-avariyamy-na-hvostoshovyshchah-promvidhodiv. Дата доступу: 19.05.2025.

45. Дослідження постмайнінгових ландшафтів України: аналітична доповідь / за заг. ред. Я. М. Олійника. Київ : ІТГІП, 2021. 80 с. Режим доступу: https://itgip.org/wp-content/uploads/2021/12/dosl-postmaining1maket.pdf.

46. Криворізька міська рада. Звіт з виконання у 2024 році заходів Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016–2025 роки [Електронний ресурс]. Кривий Ріг, 2025. Режим доступу: https://spilkuisia.kr.gov.ua/zvit-z-vykonannya-u-2024-roczi-zahodiv-miskoyi-programy-vyrishennya-ekologichnyh-problem-kryvbasu-ta-polipshennya-stanu-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-na-2016-2025-roky-nadali/. Дата доступу: 19.05.2025.

47. Ерстенюк, І. В. Антропогенний вплив на формування стоку розчинених хімічних елементів з водами р. Інгулець [Електронний ресурс] // Кваліфікаційна робота. Криворізький державний педагогічний університет, 2022. Режим доступу: https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/7165/1/Ерстенюк_кваліфікаційна%20робота.pdf. Дата доступу: 02.05.2025.

48. АНАЛІЗ РИЗИКІВ ВПЛИВУ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ ТА ФОРМАЛЬДЕГІДУ НА ЗДОРОВ'Я ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ // XIX Читання ім. О.М. Марзєєва : зб. наук. пр. Київ: ДУ «ІГЗ НАМН України», 2023. С. 77. Режим доступу: https://health.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/xix_marzieiev_readings_proceedings_2023.pdf – Дата звернення: 19.05.2025.

49. Мусієнко, М. С. Технологічна модернізація як чинник сталого розвитку промислових підприємств [Електронний ресурс] // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. Режим доступу: http://conf.management.fmm.kpi.ua/proc/article/view/179296. Дата доступу: 12.05.2025.

50. Стимулювання промислових підприємств до енергоефективності та захисту клімату [Електронний ресурс] // BRDO. – 2020. Режим доступу: https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2024/06/9-ZK-Stymulyuvannya-promyslovyh-pidpryyemstv-do-energoefektyvnosti-ta-zahystu-klimatu.pdf. Дата доступу: 19.05.2025.

51. Державна служба статистики України. Статистичний збірник «Промисловість України у 2016–2020 роках» [Електронний ресурс]. Київ: Держстат України, 2021. Режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/12/zb_prom_16_20.pdf. Дата доступу: 12.05.2025.

52. Національний інститут стратегічних досліджень (НІСС). (2024). Сучасні тенденції в українській промисловості. Доступно за: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/suchasni-tendentsiyi-v-ukrayinskiy-promyslovosti

53. Інновації в металургії: як «цифра» запобігає «втомі металу» [Електронний ресурс] // Mind.ua. 2023. Режим доступу: https://mind.ua/publications/20203042-innovaciyi-v-metalurgiyi-yak-cifra-zapobigae-vtomi-metalu. Дата доступу: 22.05.2025.

54. Звіт з виконання у 2024 році заходів міської Програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016–2025 роки [Електронний ресурс] // Спілкуйся з Кривим Рогом. 2024. 18 березня. Режим доступу: https://spilkuisia.kr.gov.ua/zvit-z-vykonannya-u-2024-roczi-zahodiv-miskoyi-programy-vyrishennya-ekologichnyh-problem-kryvbasu-ta-polipshennya-stanu-navkolyshnogo-pryrodnogo-seredovyshha-na-2016-2025-roky-nadali/. Дата доступу: 22.05.2025.

55. Іванова, І. Ю. Сталий розвиток промислових підприємств: екологічний аспект [Електронний ресурс] // Економіка та віртуальність. 2023. № 50. С. 57–66. Режим доступу: https://ev.fmm.kpi.ua/article/view/135930. Дата доступу: 22.05.2025.

56. Шматковська, Т. О., Меліхова, Т. В. Формування екологічної політики промислових підприємств в умовах сталого розвитку [Електронний ресурс] // Економіка природокористування і охорони довкілля. 2023. Т. 17, № 4. С. 137–144. Режим доступу: https://eip.org.ua/docs/EP_17_4_137_uk.pdf. Дата доступу: 22.05.2025.

57. Була стабільною – стала вразливою: як змінилася українська промисловість за роки війни [Електронний ресурс] // Fact News. 2024. 22 квітня. Режим доступу: https://fact-news.com.ua/bula-stabilnoyu-stala-vrazlivoyu-yak-zminilasya-ukrainska-promislovist-za-roki-viyni/. Дата доступу: 08.05.2025.

58. Третя Річ Посполита [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Третя_Річ_Посполита. Дата доступу: 12.05.2025.

59. Foreign Direct Investment in Poland [Електронний ресурс] // American Chamber of Commerce in Poland. 2020. Режим доступу: https://swisschamber.pl/wp-content/uploads/2021/03/AmCham_IGCC-Foreign-Direct-Investment-in-Poland_F.pdf. Дата доступу: 22.05.2025.

60. Poland's great economic catch-up, 20 years after accession to the European Union [Електронний ресурс] // Le Monde. 2024. 21 травня. Режим доступу: https://www.lemonde.fr/en/economy/article/2024/05/21/poland-s-great-economic-catch-up-20-years-after-accession-to-the-european-union_6672198_19.html. Дата доступу: 22.05.2025.

61. Made in Poland Report [Електронний ресурс] // Trade.gov.pl. – 2024. – Режим доступу: https://www.trade.gov.pl/en/news/made-in-poland-report/. Дата доступу: 08.05.2025.

62. Baranyai, N., & Lux, G. (2015). Upper Silesia: The revival of a traditional industrial region in Poland. Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper No. 73962. Режим доступу: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/73962/. Дата доступу: 22.05.2025.

63. Рекультивація [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Рекультивація. Дата доступу: 22.05.2025.

64. Błaszczyk, M. The impact of post-industrial areas transformation on people’s activity on the example of Emscher Landscape Park in Germany [Електронний ресурс] / M. Błaszczyk // ResearchGate. 2019. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/335967426_The_impact_of_post-

industrial_areas_transformation_on_people's_activity_on_the_example_of_Emscher_Landscape_Park_in_Germany. Дата доступу: 22.05.2025.

65. The long and winding road from black to green: Just Transition for All [Електронний ресурс]. 2022. Режим доступу: https://justtransitionforall.com/wp-content/uploads/2022/07/The-long-and-winding-road-from-black-to-green.pdf. Дата доступу: 19.05.2025.

66. Zentren nachhaltiger Bildung [Електронний ресурс] // Landesforsten Rheinland-Pfalz. Офіційний сайт. Режим доступу: https://www.wald.rlp.de/erleben/zentren-nachhaltiger-bildung. Дата доступу: 28.05.2025.

67. Екологічні наслідки російського вторгнення в Україну (з 2022) [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Екологічні_наслідки_російського_вторгнення_в_Україну_(з_2022). Дата доступу: 28.05.2025.