

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ «Інститут геології»
Кафедра геоінформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
спеціальність 193 – Геодезія та землеустрій
освітня програма «Оцінка землі та нерухомого майна»

ТЕМА: «Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин з гірничо-металургійних об'єктів на формування ринку нерухомості міста Кривий Ріг»

Виконала

студентка 2-го курсу магістратури

кафедри геоінформатики

Картак Владислава Олегівна

Науковий керівник

к.т.н., асистент

Малік Тетяна Миколаївна

Робота рекомендується до захисту (протокол № 8

засідання кафедри геоінформатики від 15.05.2023

Завідувач кафедри

доктор технічних наук, професор

Зацерковний Віталій Іванович

Київ – 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНО-АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ТА ОСНОВНИХ МЕТОДИК ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	8
1.1. Огляд літературних джерел	8
1.2. Методи екологічного моніторингу	11
1.3. Види екологічного моніторингу	13
1.4. Загальні засади державного моніторингу навколишнього природного середовища України	17
1.5. Моніторинг якості повітря в Україні в період російської агресії	19
1.6. Екологічний моніторинг атмосферного повітря в місті Кривий Ріг	21
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОГО РЕГІОНУ	26
2.1. Фізико-географічна характеристика міста Кривий Ріг	26
2.2. Характеристика основних потенційно-небезпечних об'єктів міста Кривий Ріг	29
2.3. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря	31
2.3.1. Вплив масових вибухів у кар'єрах на стан атмосферного повітря міста	33
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ МІСТА ТА ВПЛИВУ НА НЬОГО ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ	36
3.1. Використання ГІС для житлової нерухомості міста Кривий Ріг та аналіз вторинного ринку нерухомості	36
3.2. Аналіз впливу викидів забруднюючих речовин на ринок нерухомості міста Кривий Ріг	44

3.3. Розрахунок вартості об'єкта нерухомості порівняльним методом з поправками на екологічні чинники та дослідження впливу російської агресії на ринок нерухомості	53
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68

Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання, скорочень

ГІС – геоінформаційні системи

ПЗФ – природно-заповідний фонд

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі

МКЗ – матеріали космічної зйомки

ГДК – гранично допустимі концентрації

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

ППС – первинні пункти спостереження

АСКНС-АГ – автоматизовані системи спостереження і контролю атмосферного повітря

НМУ – несприятливі метеорологічні умови

ВСТУП

Урбанізація територій призвела до погіршення стану атмосферного повітря в регіонах України. Основні причини погіршення якості повітря в містах пов'язані з підвищеним рівнем викидів забруднюючих речовин у повітря, що відбувається внаслідок економічної діяльності людей. В містах підвищена кількість транспорту, промисловість, теплогенеруючі підприємства, забудова та інші фактори, які є джерелами викидів забруднюючих речовин. В результаті цього в повітря потрапляють такі шкідливі речовини, як оксиди вуглецю, оксиди азоту, сірководень, частки пилу та інші. Погіршення якості атмосферного повітря може призвести до розвитку різноманітних захворювань дихальних шляхів, погіршення здоров'я та загрози для екосистеми. Тому, для зменшення викидів забруднюючих речовин, важливо розробляти та впроваджувати ефективні стратегії по зменшенню використання паливно-енергетичних джерел та раціональному використанні ресурсів у містах.

Кривий Ріг є одним з найбільших міст, яке відоме своїми багатими природними ресурсами, зокрема залізною рудою. На динаміку та тенденції забруднення істотно впливають розвиток міста у галузі металургії та гірничодобувної промисловості. Для моніторингу кількості викидів, які створюють негативний вплив на здоров'я населення та якість життя, у місті мають й надалі створювати та розвивати різноманітні стратегії моніторингу за атмосферним повітрям.

Дослідження впливу екологічних факторів на ринок нерухомості є дуже актуальним, адже попит на купівлю нерухомості в забруднених районах є меншим. Зазвичай, люди обирають варіанти з зеленими зонами біля будинку, з гарним видом з вікна, тому розташування заводів поруч, які створюють шум та вібрації, а також постійні викиди в атмосферне повітря пилу та газів значно зменшує зацікавленість районом. Нажаль в Україні

ціноутворення на ринку нерухомості не завжди залежить від впливу екологічних чинників. Через тривалу економічну кризу, люди часто не враховують екологічну безпеку району під час вибору нерухомості. Тому, оцінювачі мають враховувати позитивні та негативні екологічні фактори району та формувати ціни, виходячи з цього дослідження.

Метою дослідження є оцінка впливу викидів забруднюючих речовин з гірничо-металургійних об'єктів на формування ринку нерухомості міста Кривий Ріг.

Об'єктом дослідження є моніторинг екологічних чинників, які впливають на ринок нерухомості міста Кривий Ріг.

Предметом дослідження є оцінка впливу викидів забруднюючих речовин у повітря з гірничо-металургійних об'єктів міста Кривий Ріг на вартість нерухомості.

Для досягнення мети сформульовані такі завдання:

- огляд літературних джерел та методик екологічного моніторингу;
- дослідження потенційно небезпечних об'єктів для екології міста;
- опрацювання статистичних матеріалів, щодо забруднення міста Кривий Ріг та видів викидів небезпечних речовин;
- аналіз вторинного ринку нерухомості міста;
- виявлення впливу екологічної шкоди на формування вторинного ринку нерухомості міста Кривий Ріг;
- створення карти зон по комфортності проживання у місті;
- розрахунок вартості об'єкта з поправками на екологічні чинники;
- дослідження впливу російської агресії на вартість нерухомості.

Для вирішення поставлених задач та мети роботи, було використано наступні методи дослідження: наземні методи екологічного моніторингу, зокрема: метод статистичної та математичної обробки даних, використання ГІС для прив'язки екологічних даних до просторових об'єктів.

Наукова новизна: знайшов подальший розвиток порівняльний метод з поправками на екологічні чинники, за допомогою якого отримано результати оцінки об'єктів нерухомості; отримано закономірності впливу екологічних чинників на вартість об'єктів нерухомості вторинного ринку у місті Кривий Ріг.

Практична цінність. Враховуючи оцінку об'єктів нерухомості в місті Кривий Ріг з поправками на екологічні чинники отримано, що ціноутворення на ринку нерухомості України не завжди відбувається з урахуванням екологічних показників, тому рекомендовано вжити певні заходи, а саме, впроваджувати Міські програми моніторингу за атмосферним повітрям, встановлювати стаціонарні пункти спостереження біля зон промисловості, слідкувати за будівництвом житлових будівель поблизу санітарно-захисних зон підприємств та заводів. Також необхідно створювати закони та стандарти оцінки, за допомогою яких професійні оцінювачі будуть вимушені враховувати екологічні фактори під час проведення оцінки нерухомості.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНО-АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ТА ОСНОВНИХ МЕТОДИК ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

1.1. Огляд літературних джерел

Навколишнє середовище та його забруднення можуть значно впливати на формування ринку нерухомості. Наприклад, якщо на певній території існують серйозні проблеми із забрудненням повітря, води або ґрунту, це може знизити привабливість цієї території для інвесторів та покупців нерухомості. Крім того, забруднення навколишнього середовища може призвести до зниження цін на нерухомість, особливо якщо це стає проблемою в цілому регіоні або країні. Люди можуть бути менш зацікавлені в проживанні на території зі значним забрудненням або шукати інші регіони з меншими проблемами з довкіллям. Звичайно, що екологічно чисті райони будуть більш привабливими для людей, які шукають нерухомість. Такі місця можуть мати високу ціну через попит, а також через високу якість навколишнього середовища та здоровий спосіб життя, який вони пропонують.

Крім того, моніторинг екологічної ситуації в регіоні може також впливати на формування ринку нерухомості. Законодавство про екологію та стандарти якості можуть бути чинниками, які визначають, де можна будувати, які типи будівель можуть бути дозволені на досліджувальній території.

Автори в роботі (*Каменєва А.В. та ін., 2008*) розробили аналітичну систему управління екологічною безпекою атмосфери з використанням геоінформаційних технологій та картографування, в результаті дослідження було запропоновано нові методи побудови статистичних поверхонь, які містять нові можливості для інтерполяції даних моніторингу. Також

дослідженням навколишнього природного середовища займалися (Дробнич В.Г. та ін., 2013), в своїй роботі представили сучасний стан розробки ГІС (геоінформаційної системи) екологічного моніторингу та комплексного аналізу стану довкілля в Закарпатській області. Автори статті (Дудінова О.Б. та ін., 2020) запропонували підхід до створення модульних підсистем інтелектуальної обробки і стиснення просторових даних в складі ГІС ландшафтно-екологічного моніторингу. Також авторка (Дудінова О.Б., 2021) у своїй роботі розробила методи інтелектуальної обробки просторових даних в геоінформаційних системах екологічного моніторингу, які дозволяють підвищити якість формування ландшафтних цифрових зображень для подальшого аналізу стану зон моніторингу. В роботі (Ковальчук І.П. та ін., 2004) автори охарактеризували головні напрямки використання ГІС для оцінки стану природного середовища та проаналізували показники природного та техногенного впливу на досліджувальні ділянки, в результаті чого виявили, що ландшафтно-екологічна ситуація району потребує проведення поглибленого комплексу геоекологічних досліджень.

В роботі (Адаменко О.М. та ін., 2007) авторами продемонстровано, як за допомогою новітніх геоінформаційних технологій можна провести комплексну оцінку сучасної екологічної ситуації за всіма компонентами довкілля, запропонована методика дозволяє використовувати всі екологічні параметри та просувати ГІС екологічної безпеки.

Автори (Зацерковний В.І. та ін., 2009 а) досліджували «Використання геоінформаційних технологій в екологічному моніторингу Чернігівської області», у статті розглянуті проблеми раціонального природокористування й охорони навколишнього середовища з використанням сучасної комп'ютерної техніки і геоінформаційних технологій. На основі аналізу зроблені висновки і рекомендації щодо використання і розвитку геоінформаційних систем (ГІС). Результатом дослідження стану природно-заповідного фонду (ПЗФ) є

створена ГІС, що дозволяє реалізувати безупинне нарощування масивів інформації з показників екологічної якості, на основі чого здійснене прогнозування екологічного стану досліджуваної географічної системи. В роботі (Зацерковний В.І. та ін., 2011 б) провели моніторинг екологічного стану територій України та їх класифікацію і візуалізацію за допомогою ГІС та запропонували технологію аналізу природно-ресурсного потенціалу, яка дозволяє застосовувати багатоваріантну систему оцінки ресурсів, реалізація такого підходу на рівні країни виступає Інструментом формулювання політики використання земель. Також автори (Баранюк Н.Д. та ін., 2000) дослідили досвід практичного застосування геоінформаційних технологій при створенні тематичних електронних карт для прийняття рішень в умовах кризових і надзвичайних екологічних ситуацій.

Іноземні автори (Jun Li et al., 2020) описали свій досвід використання ДЗЗ для екологічного моніторингу в Китаї, у своїх дослідженнях, базуючись на ландшафтних екологічних теоріях, використали дистанційне зондування та геоінформаційні технології для побудови моделі оцінки екологічної якості ландшафту та для кількісної оцінки стану екологічного середовища в районі видобутку вугілля. Використання ДЗЗ для виявлення екологічних змін на території США проводила авторка (Willis K. S., 2015), в своїй роботі вона розглянула загальні методи виявлення екологічних змін.

У своїй роботі науковці (Салій І.В. та ін., 2020) займалися дослідженням екологічних проблем міста Кривий Ріг та створили комп'ютерно-моделюючу базу даних із забруднення території міста для надання науково-обґрунтованих пропозицій щодо встановлення сучасних станцій моніторингу повітря. Автори статті (Крот Ю.В., Ісаєв С.Д., 2019) розробили та впровадили комп'ютерну модель системи екологічного моніторингу атмосферного стану Криворіжжя, яка обумовлена специфікою стану системи керування природоохороною діяльністю на підприємствах.

Автори (*Криваковська Р.В. та ін., 2013*) у своєму дослідженні за допомогою картографування проаналізували передумови утворення кислотних дощів внаслідок забруднення атмосфери індустріальних міст Дніпропетровської області двооксидами азоту та сірки. У статті (*Антонюк О.П., 2021*) науковцями було розроблено економіко-математичні моделі для прогнозування рівня захворюваності населення міста Кривий Ріг залежно від різних видів забруднення навколишнього природного середовища у вигляді регресійних моделей із змістовними обмеженнями на параметри, що використовують апіорну інформацію.

Вплив екологічного фактору на оцінку вартості нерухомості в Україні дослідила авторка (*Харченко Т.Б., 2015*), в статті було визначено сутність екологічного фактору та виділено основні групи факторів, що впливають на вартість нерухомого майна. Проаналізовано досвід урахування екологічного фактору при оцінці вартості нерухомого майна країн Європи та США. В публікації (*Губар Ю., Вовк А., 2009*) автори дослідили вплив екологічних чинників на ринкову вартість нерухомості в межах населених пунктів, в результаті досліджень було визначено середню ринкову вартість та поправкові коефіцієнти до вартості об'єкта оцінки.

У статті (*Соколова Н.М., 2016*) було досліджено роль екологічних факторів, щодо визначення економічної оцінки земель, яка є основою при проведенні нормативної грошової оцінки земельних ділянок; розглянуті форми диференціальної ренти та показані коригувальні коефіцієнти, що визначають вплив екологічних чинників на економічну оцінку земельних ресурсів.

1.2. Методи екологічного моніторингу

До методів моніторингу відносяться загальнонаукові методи (системний, математичний, моделювання, картографічний), конкретно-наукові методи (геофізичний, геохімічний, біогеографічний, економічний,

соціологічний та ландшафтний) і група спеціальних, або прикладних, методів (Хаустов А.П., 2018).

Засоби моніторингу включають:

- логічні - робочі гіпотези, судження, докази, формули;
- інформаційні - апаратура і пристрої для збору, систематизації, обробки, зберігання та передачі оперативних і фондових даних від підсистем і пунктів моніторингу і для обміну інформацією між ними;
- технічні - вимірювальні прилади, інструменти та обладнання, необхідні для спостережень і контролю за процесами в екосистемах;
- біологічні - живі організми, що використовуються в якості індикаторів моніторингу (Хаустов А.П., 2018).

Використання тих чи інших методів контролю стану навколишнього середовища регламентується спеціальними нормативними документами відповідно до програми організації екологічного моніторингу. Це дозволяє уникнути грубих помилок і забезпечити єдність підходів до вимірювань параметрів навколишнього середовища і якість одержуваних результатів. В даний час велика частина вимірювань проводиться під егідою стандартів ІСО (ISO - міжнародні стандарти) (Хаустов А.П., 2018).

Дистанційні методи. Ця група методів використовується вже понад півстоліття: автоматичні системи спостереження за параметрами зовнішнього середовища були створені в військових і космічних програмах. Джерелами даних для екологічного моніторингу є матеріали дистанційного зондування, одержувані з різних носіїв. Супутникові дані дистанційного зондування дозволяють вирішувати завдання:

- визначення метеорологічних характеристик;
- контролю динаміки атмосферних фронтів, ураганів, отримання карт великих стихійних лих;
- виявлення великих або постійних викидів промислових підприємств;

- контролю техногенного впливу на стан лісопаркових зон;
- виявлення великих пожеж і виділення пожежонебезпечних зон в лісах;
- моніторингу і прогнозу сезонних паводків і розливу річок;
- виявлення та оцінку масштабів зон великих повеней;
- контролю динаміки снігових покривів і забруднень снігового покриву в зонах впливу промислових підприємств, тощо (Хаустов А.П., 2018).

Дані дистанційного зондування в силу своєї специфіки вимагають використання комп'ютерних методів обробки супутникових даних. При обробці повинні бути отримані знімки або зображення з необхідними радіометричними і геометричними характеристиками (Хаустов А.П., 2018).

Наземні методи екологічного моніторингу, на відміну від дистанційних, припускають безпосередній контакт з досліджуваним об'єктом. Це досить різноманітні методи, які об'єднуються в такі групи:

1. *Методи біологічного моніторингу.* Біоіндикація дозволяє судити про стан навколишнього середовища за особливостям розвитку організмів-біоіндикаторів;

2. *Методи статистичної та математичної обробки даних* припускають використання відповідно статистичного аналізу і математичного моделювання, інформаційних технологій;

3. *Геоінформаційні системи* в екологічному моніторингу є невід'ємним компонентом більшості робіт. ГІС застосовуються для прив'язки екологічних даних до просторових об'єктів (Хаустов А.П., 2018).

Отже, сучасні системи моніторингу полягають у використанні комплексу різних методів спостереження, які дають уявлення про перебіг всіх процесів в навколишньому середовищі.

1.3. Види екологічного моніторингу

Для розробки заходів, спрямованих на усунення негативних наслідків втручання людини в навколишнє природне середовище і поліпшення

екологічної ситуації, застосування методів оптимізації природокористування з одержанням достатньої кількості продукції при одночасному збереженні довкілля необхідна організація екологічного моніторингу. Моніторинг – це комплексна система спостережень, збору, обробки, систематизації та аналізу інформації про стан навколишнього середовища, яка дає оцінку і прогнозує його зміни, розробляє обґрунтовані рекомендації для прийняття управлінських рішень (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Система державного моніторингу навколишнього середовища ґрунтується на таких принципах:

- об'єктивність і достовірність;
- систематичність спостережень за станом навколишнього середовища та об'єктами впливу на нього;
- багаторівневність;
- узгодженість нормативного та методичного забезпечення;
- узгодженість технічного і програмного забезпечення;
- комплексність в оцінці екологічної інформації;
- оперативність проходження інформації між окремими ланками системи та вчасне інформування органів державної виконавчої влади;
- відкритість екологічної інформації для населення (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Залежно від призначення здійснюється загальний (стандартний), оперативний (кризовий) та фоновий (науковий) моніторинг навколишнього природного середовища (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Загальний (стандартний) моніторинг навколишнього середовища — це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в єдину інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на основі оцінки і прогнозування стану довкілля регулярно розробляти управлінські рішення на всіх рівнях (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Оперативний (кризовий) моніторинг навколишнього природного середовища — це спостереження спеціальних показників у цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної екологічної ситуації, а також у районах аварій із шкідливими екологічними наслідками, щоб забезпечити оперативне реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створити безпечні умови для населення (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Фоновий (науковий) моніторинг навколишнього середовища — це спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими навколишнього середовища, а також за характером, складом, кругообігом та міграцією забруднювальних речовин, за реакцією організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, екосистем і біосфери в цілому. Цей моніторинг здійснюється у природних і біосферних заповідниках, на інших територіях, що охороняються, на базових станціях (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Комплекс екологічного моніторингу має такі підсистеми: геосферний, геохімічний і біологічний:

1. Геосферний моніторинг. Передбачає оцінку стану і прогнозування змін в літосфері (геологічне середовище, мінерально-сировинні ресурси), геофізсфері (гравітаційні, магнітні, радіаційні, сейсмічні та інші поля), геоморфосфері (рельєф і його порушення геодинамічними процесами — зсувами, ерозією, карстами, суфозією, осипанням тощо), гідросфері (водні ресурси, водоспоживання і водовідведення, несприятливі гідрологічні явища, рівень забруднення поверхневих і підземних вод), атмосфері (стан повітряного басейну та його забруднення, транскордонний перенос, розподіл тепла і вологи, зміни клімату);

2. Геохімічний моніторинг. Включає дослідження й інвентаризацію джерел забруднення, встановлення об'ємів викидів і скидів, вивчення

хімічного складу повітря, опадів, ґрунтів, наземної і водної рослинності, поверхневих і підземних вод, донних відкладів та ін. Передбачає також встановлення «градієнту випадінь» — кількість надходження на поверхню землі різних речовин з атмосферними опадами і пилом;

3. Біологічний моніторинг. Основою його є вивчення стану рослинності (фітосфера) за візуальними симптомами пошкодження листя (дефоліація, дехромація), розвитку епіфічних лишайників на деревах, динаміки змін видів рослин і структури рослинних угруповань (сукцесії, дигресії, демутації) під впливом природних і антропогенних факторів (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Автоматизовані системи спостереження і контролю атмосферного повітря (АСКНС-АГ) призначені для постійного контролю за змінними у часі та просторі характеристиками забруднення і метеорологічними параметрами повітряного простору. Залежно від характеру та об'єму робіт їх поділяють на декілька типів:

1. Промислові системи. Вони контролюють викиди промислових підприємств, ступінь забруднення промислових майданчиків і прилеглих до них територій. Оснащені датчиками для фіксування характерних інгредієнтів викидів підприємств, а також метеодатчиками, які розміщують з урахуванням шкідливості викидів, рози вітрів, особливостей розміщення житлових масивів. Такі системи, як правило, функціонують у структурі підприємств;

2. Міські системи. Їх призначено для контролювання рівня забруднення повітря міста викидами підприємств, транспорту, для вимірювання метеопараметрів. Завдяки їх функціонуванню встановлюють розмір забруднення територій з урахуванням сезону року і кліматичних факторів, параметри і частку кожного джерела забруднення, прогнозують небезпечність ситуації. Міська система автоматичного спостереження і центр обробки даних забезпечують систематичне вимірювання заданих

параметрів, автоматичний збір інформації з автоматизованих станцій, збирання інформації від неавтоматизованих ланок спостереження, оперативне оцінювання ситуації, короткостроковий прогноз;

3. Регіональні системи. Переважно вони не мають своїх пунктів спостережень, а отримують інформацію з міських і промислових систем. Призначені для статистичної обробки і аналізу даних про забруднення навколишнього природного середовища на значних територіях, на базі яких проводять дослідження та прогнозування, розробляють науково обґрунтовані рекомендації щодо його охорони;

4. Загальнодержавні системи. Вони отримують відомості про забруднення і стан атмосферного повітря від регіональних систем, супутників Землі та космічних орбітальних станцій;

5. Глобальні системи. Їх використовують для досліджень атмосферних змін на основі міжнародних спостережень. Автоматизовані системи спостереження і контролю атмосферного повітря різних типів обов'язково оснащені автоматичними системами відбору проб та приладами автоматичного визначення забруднюючих речовин (газоаналізаторами) (Северин Л.І. та ін., 2012).

1.4. Загальні засади державного моніторингу навколишнього природного середовища України

Державний моніторинг навколишнього природного середовища України – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень (Северин Л.І. та ін., 2012).

Система державного моніторингу навколишнього природного середовища України створюється з дотриманням міжнародних вимог і є

сумісною з аналогічними міжнародними системами. Система державного моніторингу навколишнього природного середовища будується на таких принципах:

- об'єктивності й достовірності;
- систематичності спостережень за станом навколишнього природного середовища та об'єктами впливу на нього;
- узгодженості нормативного та методичного забезпечення;
- узгодженості технічного та програмного забезпечення;
- комплексності в оцінюванні екологічної інформації;
- оперативності проходження інформації між окремими ланками системи та вчасного інформування органів державної виконавчої влади;
- відкритості екологічної інформації для населення;
- дотримання системи екологічних нормативів (*Северин Л.І. та ін., 2012*).

Система екологічних нормативів включає: нормативи екологічної безпеки (гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у навколишньому середовищі, гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого впливу на навколишнє середовище, гранично допустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування), гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє середовище забруднювальних хімічних речовин, рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів. Екологічні нормативи повинні відповідати вимогам охорони навколишнього середовища та здоров'я людей від негативного впливу його забруднення (*Коценко К.Ф. та ін., 2005*).

Нормативи гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин у навколишньому середовищі та рівні шкідливих фізичних впливів на нього є єдиними для всієї території України. У разі необхідності для курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших окремих районів

можуть встановлюватися більш жорсткі нормативи гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин та інших шкідливих впливів на навколишнє середовище. Екологічні нормативи розробляють і вводять у дію державні природоохоронні органи, органи охорони здоров'я та інші уповноважені на те державні органи (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

Найпоширенішою серед них є гранично допустима концентрація (ГДК) – така маса шкідливої речовини в одиниці об'єму (в мг на 1 м³ повітря, 1 л рідини чи 1 кг твердої речовини) окремих компонентів біосфери, періодичний чи постійний, цілодобовий вплив якої на організм людини, тварин і рослин не викликає відхилень у нормальному їх функціонуванні протягом усього життя нинішнього та майбутніх поколінь. За щорічного масового використання близько тисячі нових хімічних речовин загальна їх кількість, що надходить у середовище проживання людини, перевищила 4 млн найменувань. Із них понад 40 тис. мають шкідливі для людини властивості. Нормативи ГДК, що затверджуються Міністерством охорони здоров'я України, встановлені для 600 речовин у повітряному середовищі, 200 — у водному та 100 — у ґрунті (Коценко К.Ф. та ін., 2005).

1.5 Моніторинг якості повітря в Україні в період російської агресії

На круглому столі «Чисте повітря під час миру і війни: моніторинг якості повітря в Україні» представники Програми «ЄС для Довкілля: Водні ресурси та Екологічні дані» рекомендували Міндовкілля для поліпшення моніторингу екологічних загроз під час війни для відповідності директиві ЄС про якість повітря впроваджувати співпрацю державного та громадського моніторингу. Також відомо про створення нового департаменту запобігання промислому забрудненню Міндовкілля та розробку нових законів про охорону повітря та перенесення забруднення. У офіційному додатку сервісі «ЕкоЗагроза» є дані як державних, так і громадських постів моніторингу. Окрім моніторингу дрібнодисперсного пилу PM2.5 та PM10 станції

моніторингу EcoCity (зовнішні, внутрішні та переносні) здатні виявляти у повітрі ще додатково 16 забруднюючих речовин та вираховувати радіаційний фон. Починаючи з 2019 р. було встановлено 71 станцію моніторингу радіаційного фону. Саме ці станції надають можливість громадянськості Запорізької, Дніпропетровської та Херсонської областей в режимі онлайн спостерігати за показниками радіаційного фону, в той час як розгортаються воєнні дії навколо Запорізької АЕС (*ЄС підтримує співпрацю громадського моніторингу з державним*).

Зараз українці найбільше переживають через загрозу ядерного удару або хімічної атаки. Тому EcoCity разом з чеськими партнерами ГО «Арніка» була розроблена зовнішня станція Arnika Hazard Monitor. Окрім сенсору пилу PM2.5 та PM10, вона обладнана сенсорами радіаційного фону і на вибір хлору, аміаку, фосфіну. Вже 15 таких станцій встановлено в Харківській, Полтавській, Запорізькій області (*ЄС підтримує співпрацю громадського моніторингу з державним*).

Станом на 24 лютого 2022 р. 296 станцій EcoCity передавало дані. Війна внесла свої корективи, багато людей були змушені покинути свої оселі і відключити свої станції. За час війни було втрачено зв'язок з 91 станцією. Багато станцій працюють і на окупованих територіях. Станом на 6 вересня 2022 р. EcoCity отримували щохвилинні дані з 236 станцій. Від початку війни було встановлено та активовано тільки 31 станцію, за аналогічний період 2021 р. показник становив 80 станцій. Представник Програми «ЄС для довкілля: водні ресурси та екологічні дані» відзначив активну діяльність представників громадянського суспільства в Україні, які займаються моніторингом якості повітря за допомогою сенсорних мереж (*ЄС підтримує співпрацю громадського моніторингу з державним*).

1.6. Екологічний моніторинг атмосферного повітря в місті Кривий Ріг

Норматив якості атмосферного повітря – критерій якості атмосферного повітря, який відображає гранично допустимий максимальний вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, і при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища (ЗУ «Про охорону атмосферного повітря»).

Оцінку стану забруднення атмосферного повітря здійснюють через порівняння концентрацій забруднюючих речовин із відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) у повітрі населених міст і розрахунку індексу забруднення атмосфери (ІЗА) (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Моніторинг за якістю атмосферного повітря міста здійснюють:

- суб'єкти державного моніторингу за станом атмосферного повітря – Лабораторія спостережень за станом атмосферного повітря Дніпропетровського Регіонального Центру гідрометеорології (5 постів), відокремлений 3 структурний підрозділ «Криворізький районний відділ Державної установи «Дніпропетровський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» (1 пост);
- 5 міських постів автоматичного спостереження;
- 23 автоматичні пости промислових підприємств (рис. 1.1)(*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

На інтерактивній мапі (рис. 1.1) можна обрати станцію моніторингу та переглянути детальну інформацію щодо рівня забруднення (рис. 1.2). Індекс якості атмосферного повітря розрахований для головного забрудника повітря – дрібнодисперсного пилу фракції РМ 2.5. Також на сайті доступно до перегляду: рівень радіації, напрямок вітру та пожежі на територіях.

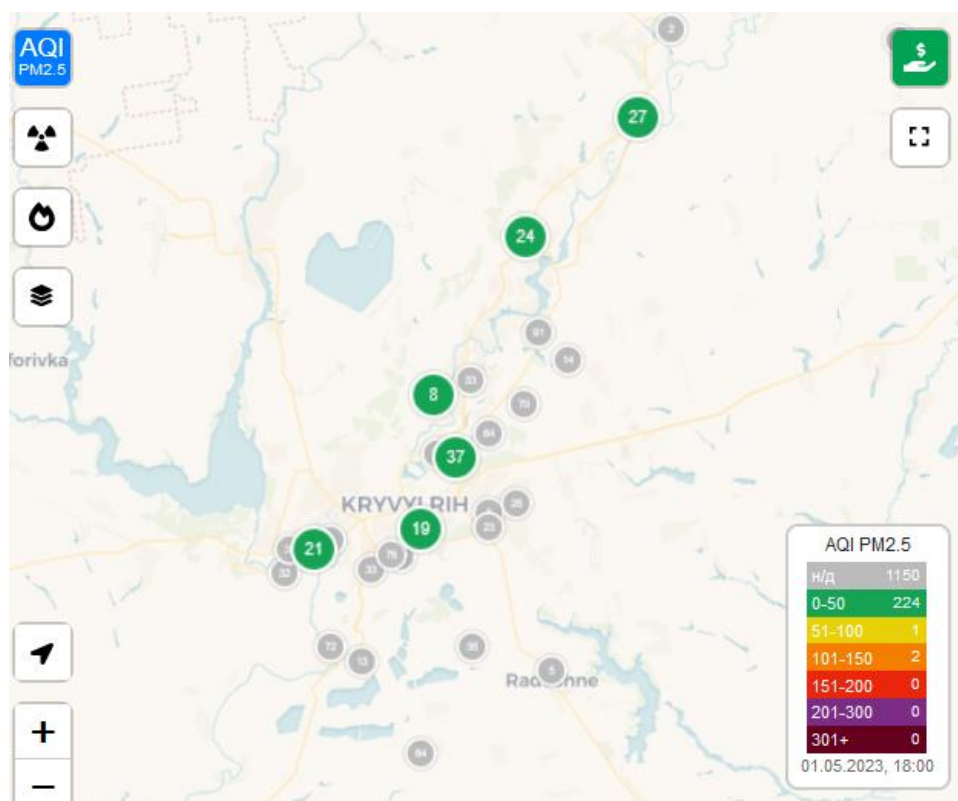


Рис.1.1 – Мапа станцій моніторингу якості повітря [Електронний ресурс].

– Режим доступу: <https://www.saveecobot.com/maps/kryvyi-rih>

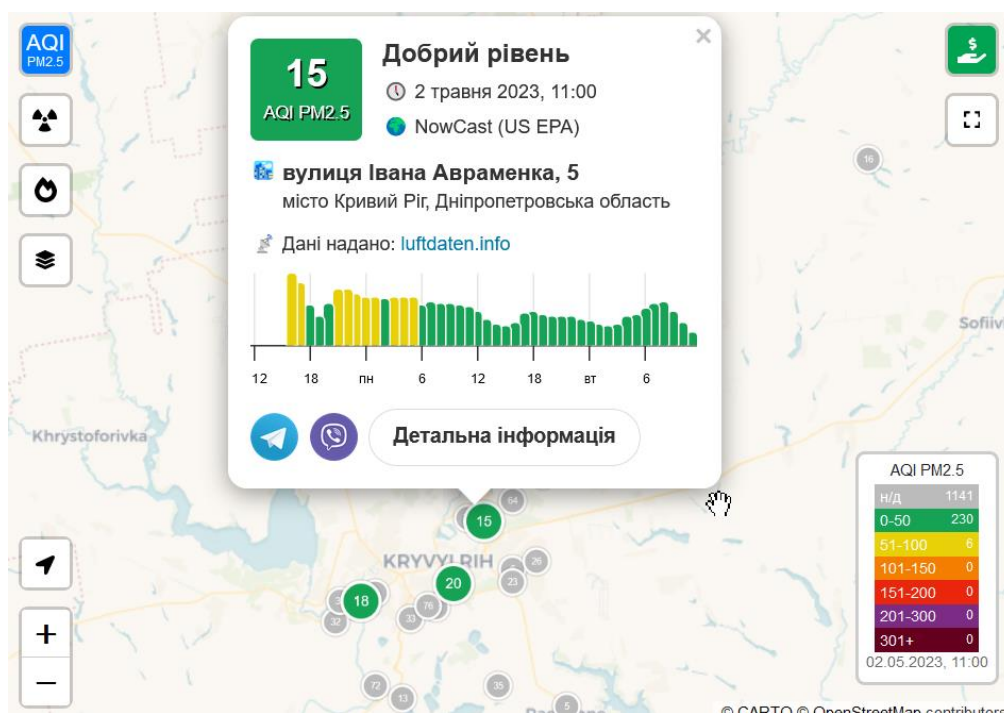


Рис. 1.2 – Рівень забруднення атмосферного повітря на станції моніторингу № 15 у місті Кривий Ріг станом на 02.05.2023 р.

[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://www.saveecobot.com/maps/kryvyi-rih>

Загальний рівень забруднення атмосферного повітря оцінюється індексом забруднення атмосфери. Індекс забруднення атмосфери – комплексний показник, обчислюваний за п'ятьма забруднюючими речовинами (пил, оксид вуглецю, діоксид азоту, фенол, формальдегід) з найбільшою середньою концентрацією (відносно ГДК) з урахуванням класу небезпеки речовини. Критерій оцінювання ІЗА:

- $ІЗА < 5$ - низький рівень;
- $5 < ІЗА < 7$ – підвищений;
- $7 < ІЗА < 14$ – високий;
- $ІЗА > 14$ - дуже високий (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*) (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря м. Кривий Ріг та середній індекс по містах України за період 2015-2020 роки

	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
ІЗА по м. Кривий Ріг	14,17	8,73	9	10,5	12,64	13,76
ІЗА по Україні	7,7	7,1	7,2	7,6	8,2	7

Забруднення повітря міста викидами промислових підприємств транспорту та інших об'єктів, значною мірою залежить від їх накопичення в приземному шарі під впливом несприятливих метеорологічних умов (НМУ). НМУ - сукупність метеорологічних умов, що викликають погіршення розсіювання викидів шкідливих речовин в атмосферному середовищі і сприяють їх накопиченню в приземному шарі атмосфери, і як наслідок, призводять до виникнення перевищень нормативів якості атмосферного повітря. Це виняткові ситуації, які виникають у разі атмосферних явищ, таких

як піднесена інверсія, штильовий вітер, туман та ін. (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

З метою недопущення виникнення високого рівня забруднень актуальним залишається напрямок природоохоронної діяльності, пов'язаний із завчасним прогнозуванням таких умов і вчасне скорочення промисловими підприємствами шкідливих викидів в атмосферу. Крім того, з погодними умовами пов'язане і суттєве зростання вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі у весняно-літній сезон. Висока температура повітря разом із сонячною радіацією сприяють фотохімічним реакціям утворення формальдегіду, а застої повітря призводять до збільшення його концентрації. Згідно даних Лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології, у весняно-літні місяці відстежується тенденція зростання максимально разових та середньомісячних концентрацій формальдегіду. В холодний період року концентрації формальдегіду є меншими, що спричинено зниженням температури повітря та впливу сонячної радіації і відповідно слабкою інтенсивністю перебігу фотохімічних реакцій (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Концентрації пилу, також пов'язані із метеорологічними умовами. Динаміка зростання концентрацій завислих речовин в атмосферному повітрі в весняно-літній період (2, 3 квартали), що пов'язано зі зниженням вологості повітря та меншою кількістю опадів, підтверджується даними державних постів Лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря Кривий Ріг Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології за 2020 рік (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

На рис. 1.3 наведена кругова діаграма середньоквартальної концентрації пилу згідно даних постів Лабораторії спостереження за

забрудненнями атмосферного повітря в місті Кривий Ріг за 2020 рік (Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки).

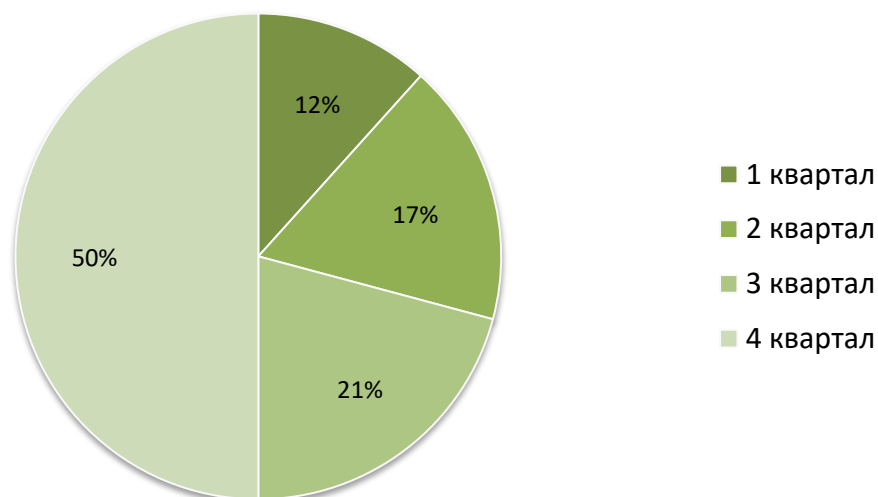


Рис. 1.3 – Середньоквартальні концентрації пилу згідно даних постів Лабораторії спостереження за забрудненнями атмосферного повітря

Тому, вкрай важливо підприємствам гірничодобувної промисловості для покращення стану атмосферного повітря, вчасно і з повною обсягом виконувати заходи з пилопридушення в весняно-літній період року із застосуванням інноваційних технологій, як того вимагає природоохоронне законодавство та Міська екологічна програма (Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки).

Отже, наразі питання проведення моніторингу стану атмосферного повітря в Україні дуже загострено. Існує багато наукових праць та методик досліджень завдяки яким можливо слідкувати за станом повітря та проводити відповідні аналізи впливу. З початком російської агресії в Україні багато стаціонарних станцій моніторингу Кривого Рогу та інших міст призупинили свою роботу, що значно впливає на якість дослідження, адже даних бракує.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОГО РЕГІОНУ

2.1. Фізико-географічна характеристика міста Кривий Ріг

Згідно фізико-географічного районування України, територія Кривого Рогу вноситься до Східноєвропейської рівнини, Степової зони, Північно-степової підзони. Територія міста являє собою степову рівнину зі слабким нахилом на південь, із розвинутою яружно-балковою системою та чітко окресленими долинами річок, що надає поверхні характеру горбистої степової рівнини. Основними фізико-географічними процесами, які зумовлюють природне рельєфоутворення у місті, є поверхневий змив, меншою мірою – яружна ерозія. Разом з тим слід зазначити, що інтенсивний видобуток у Кривому Розі корисних копалин, їх переробка та складування відходів призвели до утворення нових форм рельєфу (антропогенний рельєф). Основними формами антропогенного рельєфу є кар'єри, відвали та провали (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Кривий Ріг розташований в зоні помірно-континентального клімату і відноситься до південного, посушливого, дуже теплого агрокліматичного району з досить активною атмосферною циркуляцією, переважаючим типом якої є західний перенос повітряних мас. Однією з особливостей клімату Криворіжжя є значні коливання погодних умов з року в рік. У цілому клімат характеризується помірно м'якою зимою, з частими відлигами, нестійким сніговим покривом та теплим, посушливим літом. Середньорічна температура повітря становить +8,5°C (рис. 2.1). Середня річна кількість опадів становить 469 мм, у холодний період (листопад-березень) 161 мм, в теплий період (квітень-жовтень) 308мм, Криворіжжя відноситься до посушливих регіонів України (*Звіт про стратегічну екологічну оцінку*).

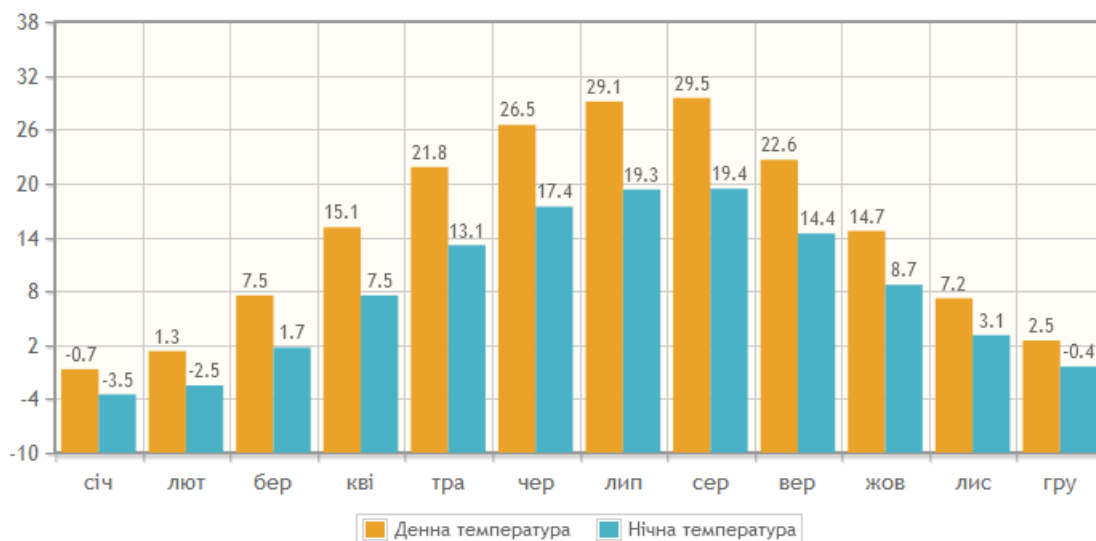


Рис. 2.1 – Середньорічна температура повітря в місті Кривий Ріг

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tur-pogoda.com.ua/ukraine/krivoy_rog/monthly

Структура, напрям та характеристики вітрів знаходяться в прямій залежності від особливостей загальної та місцевої циркуляції атмосфери. Переважають вітри північних румбів (49% повторюваності), а також східні вітри (рис.2.2). Рідше за інших спостерігається південний вітер (Звіт про стратегічну екологічну оцінку).

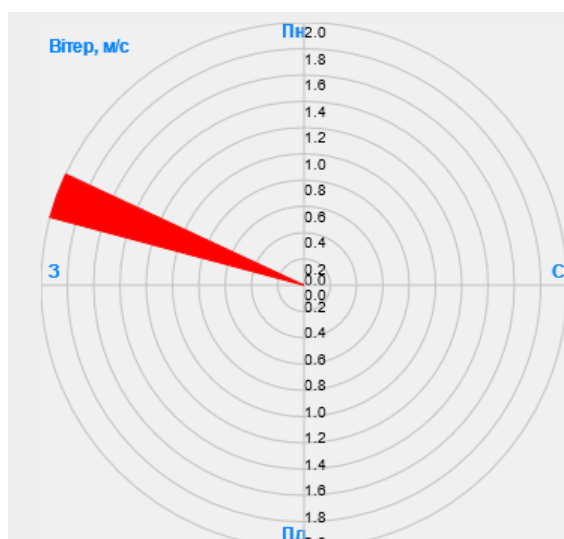


Рис. 2.2 – Роза вітрів у Кривому Розі за останні 24 години станом на

02.05.2023 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://meteopost.com.ua/weather/krivoj-rog/>

Влітку найбільш часто повторюються північні та північно-західні вітри, в інші сезони року – північно-східні, північні та східні вітри. Штилі найчастіше трапляються на початку осені та влітку (приблизно 3 дні на місяць). Середня швидкість вітру за рік становить 5,0 м/с. Сильні вітри (зі швидкістю понад 15 м/с) відмічаються в середньому 29 днів на рік. В теплий період часто спостерігаються суховії – вітри східних румбів, які характеризуються швидкістю більше 5,7 м/с при дуже низькій відносній вологості повітря – 25-30% (*Звіт про стратегічну екологічну оцінку*).

Кривий Ріг – одне із найбагатших на корисні копалини міст України. Відповідно до Закону України «Про надра», родовища корисних копалин - це нагромадження мінеральних речовин в надрах, на поверхні землі, в джерелах вод та газів, на дні водоймищ, які за кількістю, якістю та умовами залягання є придатними для промислового використання (*ЗУ «Про надра»*).

На теперішній час у Кривому Розі добуваються три основні промислові типи залізних руд: багаті руди, що безпосередньо використовуються у металургії, магнетитові і окислені залізисті кварцити, які потребують збагачення. Добувають їх відкритим та підземним способом. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 12.12.1994 №827 «Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення» залізні руди відносяться до корисних копалин загальнодержавного значення. Крім того, у Кривому Розі на території КНП «Криворізька міська лікарня №11» Криворізької міської ради знаходиться свердловина №13652 мінеральної радонової лікувальної води. Мінеральні води, що видобуваються з свердловини, згідно медичного (бальнеологічного) висновку ДУ «Український науково дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України» використовуються з лікувальною метою (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

2.2. Характеристика основних потенційно-небезпечних об'єктів міста Кривий Ріг

Кривий Ріг – важливий промисловий центр Дніпропетровської області та індустріально-розвиненого східного регіону загалом. Економіка міста базується на видобутку та переробці руд, з огляду на те, що місто розташоване на території Криворізького залізорудного басейну – найбільшого в Україні басейну з покладами багатих залізних руд, що посідає 6-е місце у світі та 2-е в Європі. Основною обробною галуззю у місті Кривий Ріг є виплавка металу (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

У Кривому Розі налічується близько 6 000 підприємств. Промисловий комплекс міста складається з 73 великих та середніх підприємств різних галузей: чорної металургії, машинобудівної, будматеріалів, хімічної, поліграфічної, деревообробної, легкої, харчової тощо. У Криворізькому басейні розташовано вісім з одинадцяти підприємств України з видобутку та переробки залізорудної сировини. Тому головною місто утворюючою галуззю, яка визначає профіль міста у територіальному розподілі праці, є чорна металургія. Це потужний виробничий комплекс, що включає в себе гірничо-металургійний комбінат, чотири гірничо-збагачувальних і один залізорудний комбінати, два рудоуправління, три рудоремонтних заводи. (*Кормишова А. О., 2012*)

За підсумками 2019 року найбільший внесок серед промислових підприємств в забруднення атмосферного повітря Кривого Рогу належить ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та АТ «ПІВДГЗК» (табл.2.1) «АрселорМіттал Кривий Ріг» – найбільше металургійне підприємство з повним циклом в українській гірничо-видобувній і металургійній галузях, є головним виробником чавуну і сталі у місті (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Таблиця 2.1 – Валові викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря основними промисловими підприємствами міста, тис. тонн (Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки)

№	Назва підприємства	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
1	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	268,311	275,07	263	208,23	230,75	208,97
2	АТ «ПВДГЗК»	390,830	50,120	44,82	42,171	23,276	1,222
3	ПрАТ «ПВНГЗК»	11,136	8,998	8,193	9,098	6,798	5,106
4	ПрАТ «ЦГЗК»	2,802	2,548	2,543	2,534	2,527	2,507
5	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	2,198	2,209	1,897	1,917	2,007	2,064
6	ПрАТ «ІНГЗК»	1,373	1,300	1,522	1,559	1,615	1,520
7	ТОВ «Рудомайн»	-	-	-	-	0,171	0,166
8	АТ «Кривбасзалізрудком»	0,240	0,218	0,193	0,189	0,182	0,155
9	ПрАТ «СУХА БАЛКА»	0,145	0,129	0,121	0,133	0,121	0,097

Основний вплив на стан атмосферного повітря здійснює ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». У 2020 році обсяги викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів підприємства становили 80% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин по місту (Звіт про стратегічну екологічну оцінку).

2.3. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють стан атмосферного повітря є: Закони України «Про охорону атмосферного повітря», «Про охорону навколишнього природного середовища», постанови Кабінету Міністрів України та накази Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, що є складовою частиною природоохоронного законодавства України. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» визначає, що атмосферне повітря це життєво важливий компонент навколишнього природного середовища (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Якісний та кількісний склад атмосферного повітря міста Кривого Рогу формується під впливом інтенсивної діяльності гірничодобувних, металургійних, коксохімічних й інших виробництв. Щорічно промислові підприємства міста в середньому виготовляють 120 млн. тонн гірничодобувної та металургійної продукції (агломерат, концентрат, окатиші, товарна руда, чавун, тверда сталь, кокс, цемент тощо) (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Згідно із Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» базовим визначено 2015 рік (*ЗУ «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»*).

Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста у 2020 році склали майже 224 тис. тонн, що на 17% менше, ніж у 2019 році, і на 30% нижче ніж у 2015 році (табл.2.2). У загальному обсязі викидів в атмосферне повітря по Україні частка викидів промислових підприємств міста складає 11%, по Дніпропетровській області - 42% (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Таблиця 2.2 – Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами протягом 2013-2020 рр.

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис.тонн	Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , тонн	Обсяг викидів у розрахунку на 1 особу, кг	Питомі викиди на 1 тонну виробленої продукції, кг/тонн
2015	326,8	507	760	2,54
2016	342,02	538	795	2,73
2017	323,28	513	752	2,90
2018	266,5	425	620	2,25
2019	269,9	434	628	2,18
2020	223,9	364	521	1,28

Щільність викидів на 1 км² площі міста становить - 364 тони, питомий викид на 1 тонну випущеної продукції - 1,28 кг, що у порівнянні з 2019 роком менше на 41%, в порівнянні з 2015 роком - майже на 50%. Це позитивний показник, який свідчить про ефективність заходів з охорони атмосферного повітря Міської екологічної програми. Основними забруднюючими речовинами атмосферного повітря є оксид вуглецю - 172,45 тис. тонн, пил - 29,06 тис. тонн, діоксид азоту - 11,45 тис.тонн, діоксид сірки - 8,66 тис. тонн, які складають майже 99% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин (рис.2.3) (Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки).

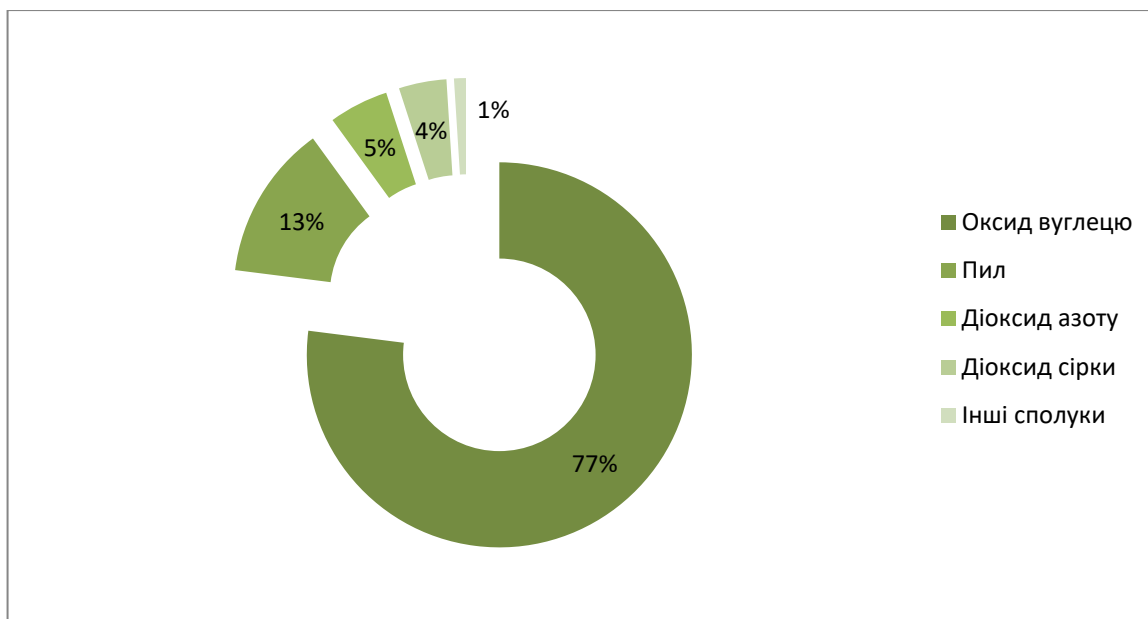


Рис. 2.3 – Співвідношення викидів основних забруднюючих речовин атмосферного повітря

Окремо слід виділити викиди у атмосферне повітря парникових газів, до яких відноситься вуглекислий газ, метан, діазоту оксид. Парникові гази суттєво впливають на стан довкілля. Їх викиди призводять до глобального потепління та змін клімату. Основним компонентом впливу на зміну клімату є вуглекислий газ, частка якого серед викидів парникових газів є найбільшою та становить 99,9% від загального обсягу викидів парникових газів. На території міста розташовано 8 діючих кар'єрів, в яких проводиться понад 200 масових вибухів за рік (*Звіт про стратегічну екологічну оцінку*).

2.3.1. Вплив масових вибухів у кар'єрах на стан атмосферного повітря міста

На території міста розташовано 8 діючих кар'єрів. Проведення гірничо-видобувними підприємствами міста масових вибухів у кар'єрах є залповим, неорганізованим джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Щорічно ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ТОВ «Рудомайн», АТ «ПівДГЗК», ПрАТ «ЦГЗК», «ІНГЗК», «ПівНГЗК» здійснюють близько 200 масових вибухів, підривають в середньому 80 млн.м³ гірничої маси, використовують 82 тис. тонн безтритилових вибухових речовин. Загальний

обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря при здійсненні масових вибухів в кар'єрах в 2020 році зменшився порівняно з 2019 роком на 6% (рис. 2.4) (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

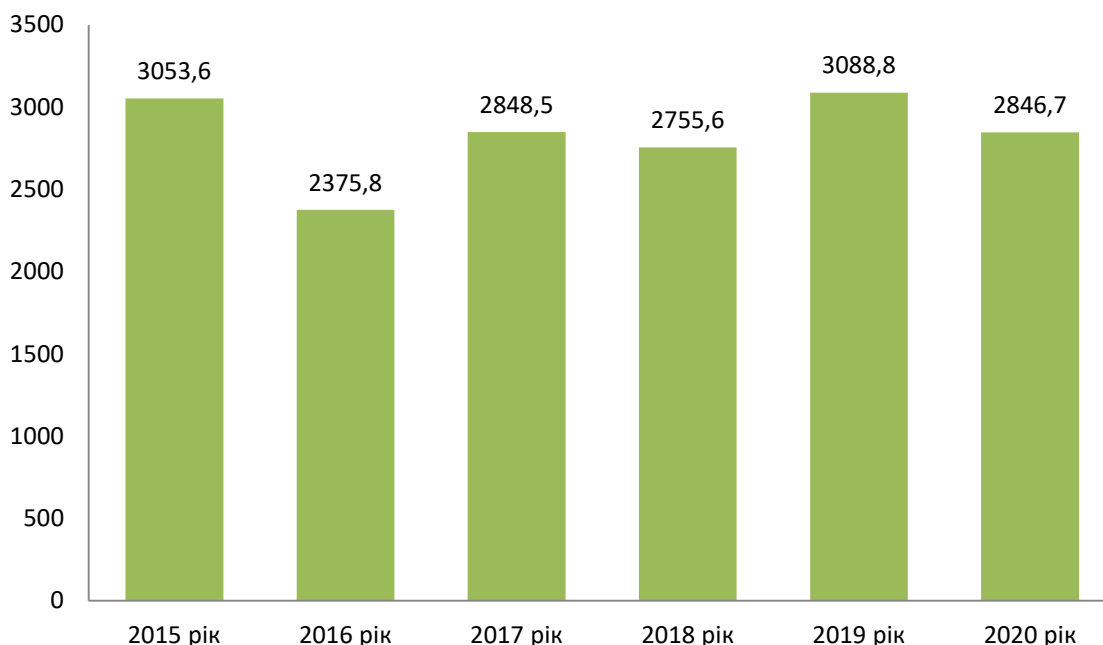


Рис.2.4 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря при проведенні масових вибухів, тонн

Здійснення підприємствами при проведенні масових вибухів природоохоронних заходів, таких як внутрішня і зовнішня гідрозабійки, застосування неелектричних систем ініціювання, безтритилових вибухових речовин, запобігають надходженню в атмосферне повітря понад 10 тис. тонн забруднюючих речовин щорічно. На виконання протокольного рішення консультативно-дорадчого органу – Ради екологічного планування, у 2020 році гірничодобувними підприємствами із залученням спеціалізованих організацій розпочато роботу щодо проведення вимірів питомих показників викидів забруднюючих речовин. На основі таких вимірів визначається ефективність та достатність природоохоронних заходів, що застосовуються під час здійснення масових вибухів у кар'єрі (*Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки*).

Отже, місто Кривий Ріг – одне з найбільших промислових центрів в Україні. У місті працюють близько 6000 підприємств, найбільші заводи-гіганти з виробництва чавуну та сталі, а також на їх території функціонують кар'єри. Загалом, найбільшим забрудником міста є ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» та АТ «ПВДГЗК», основними забруднюючими речовинами є оксид вуглецю, пил, діоксид азоту та діоксид сірки.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ МІСТА ТА ВЛИВУ НА НЬОГО ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

3.1. Використання ГІС для житлової нерухомості міста Кривий Ріг та аналіз вторинного ринку нерухомості

Для проведення грошової оцінки нерухомого майна необхідно виконати обробку та аналіз великого масиву просторових даних. Особливості формування ринку нерухомості під час воєнного стану спонукають до інтенсивного використання геоінформаційних систем та технологій в цій сфері.

Аналіз вторинного ринку нерухомості міста Кривий Ріг проводився за допомогою програмного продукту ArcGIS. Перевагами даного програмного середовища є простий візуальний аналіз інформації, яка характеризує нерухомість та дає розуміння стану ринку об'єктів продажу. Внесення додаткової інформації до атрибутивної таблиці дозволяє виконувати запити щодо об'єкту, проводити аналіз та вирішувати поставлені задачі та управлінські питання.

Для створення ГІС нерухомості міста було обрано картографічну основу – Open Street Map, це слугує базою геопросторових даних та містить координати окремих точок. Основою створеної системи є база даних, яка містить інформацію про об'єкти продажу на вторинному ринку нерухомості міста Кривий Ріг. В створеній системі представлені всі райони міста з об'єктами нерухомості: однокімнатні та двокімнатні квартири, які є вторинними пропозиціями. Вторинний ринок у Кривому Розі розвинений інтенсивніше ніж первинний. Як відомо з інтернет-джерел, до початку російської агресії у Кривому Розі на етапі будівництва був лише один будинок. Наразі його будівництво призупинено. На сайтах з продажу

нерухомості знайдено лише 3 житлових комплекси, два з яких припинили роботу відділів продажу.

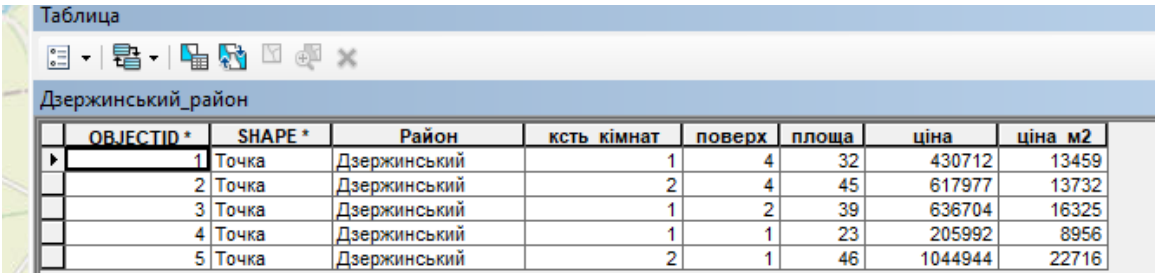
Отже, все вищенаведене дозволяє реально оцінити ринок нерухомості міста Кривий Ріг лише за вторинними пропозиціями.

Інтенсивний розвиток гірничої промисловості в минулому сторіччі спричинив значний приплив населення в місто та його урбанізацію. Так як економічний потенціал Кривого Рогу був дуже високим, це спровокувало високу щільність населення, яке зосереджувалось поблизу підприємств, шахт та заводів), але надважливо для міста – це зонування міської території.

Перед створенням точкових об'єктів – квартир, на картографічній основі було оцифровано найбільші заводи міста Кривий Ріг та кар'єри і їх відвали, тому що їх розташування до об'єкту нерухомості суттєво впливає на комфортність проживання там.

Далі було створено базу даних по районах (рис.3.1), яка містить таку інформацію:

1. Порядковий номер об'єкта;
2. Тип шейп файлу;
3. Назва району;
4. Кількість кімнат;
5. Поверх;
6. Площа;
7. Ціна;
8. Ціна за м².

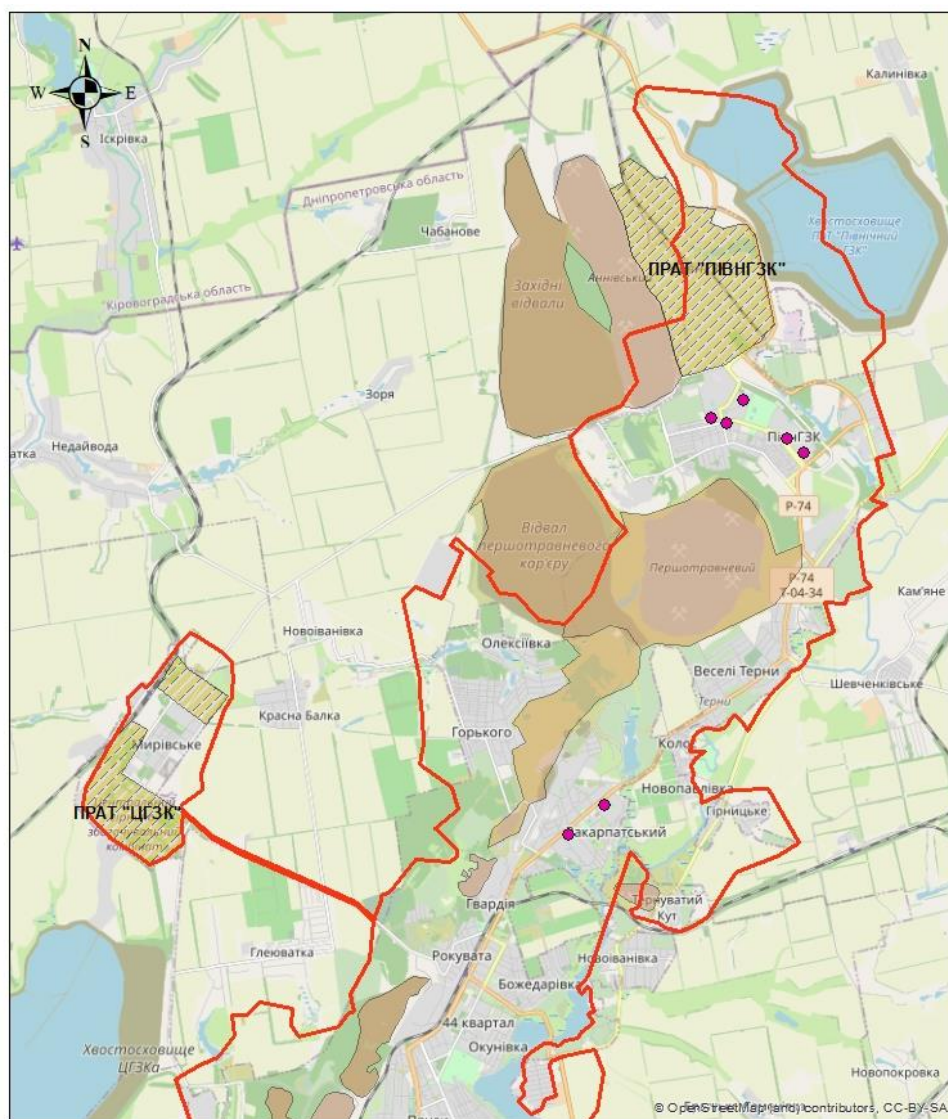


OBJECTID *	SHAPE *	Район	ксть кімнат	поверх	площа	ціна	ціна м2
1	Точка	Дзержинський	1	4	32	430712	13459
2	Точка	Дзержинський	2	4	45	617977	13732
3	Точка	Дзержинський	1	2	39	636704	16325
4	Точка	Дзержинський	1	1	23	205992	8956
5	Точка	Дзержинський	2	1	46	1044944	22716

Рис. 3.1 – Приклад атрибутивної таблиці

Отримані та згруповані дані по всім районам міста є основою для аналізу ринку нерухомості Кривого Рогу. Всього у створеній базі – 39 об'єктів нерухомості, вважаю, що така кількість є достатньою для характеристики.

На створеній тематичній карті (рис.3.2, рис.3.3) зображено точкові об'єкти (вторинні пропозиції продажу), а також границі міста та промислові зони – заводи, кар'єри та відвали.

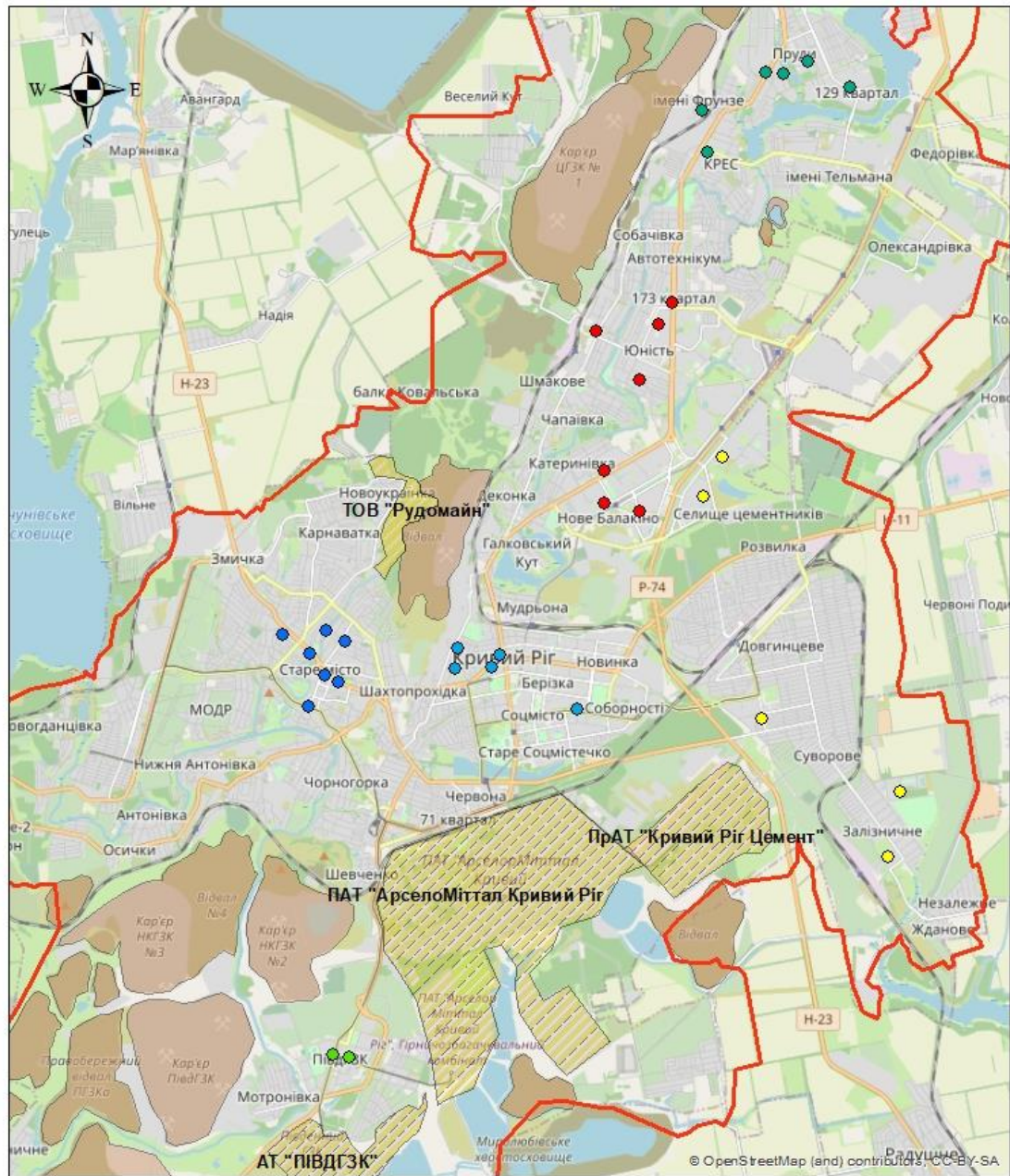


1:150 000

Легенда

- границі міста
- підприємства
- кар'єри та відвали
- Тернівський район

Рис. 3.2 – Фрагмент (1) картосхеми розташування промислових об'єктів та нерухомості



1:150 000

Легенда










 границі міста	 Центрально-Міський район	 Довгинцівський район
 підприємства	 Саксаганський район	 Держинський район
 кар'єри та відвали	 Жовтневий район	 Інгулецький район

Рис.3.3 – Фрагмент (2) картосхеми розташування промислових об'єктів та нерухомості

Після візуального опрацювання створених картосхем можна зробити висновок, що об'єкти промисловості розташовані не тільки на околицях міста, а й в центральних районах, що суттєво впливає на якість атмосферного

повітря та комфортність проживання. Невелика віддаленість до промзони може створювати нижчий попит на нерухомість та формувати відповідні ціни.

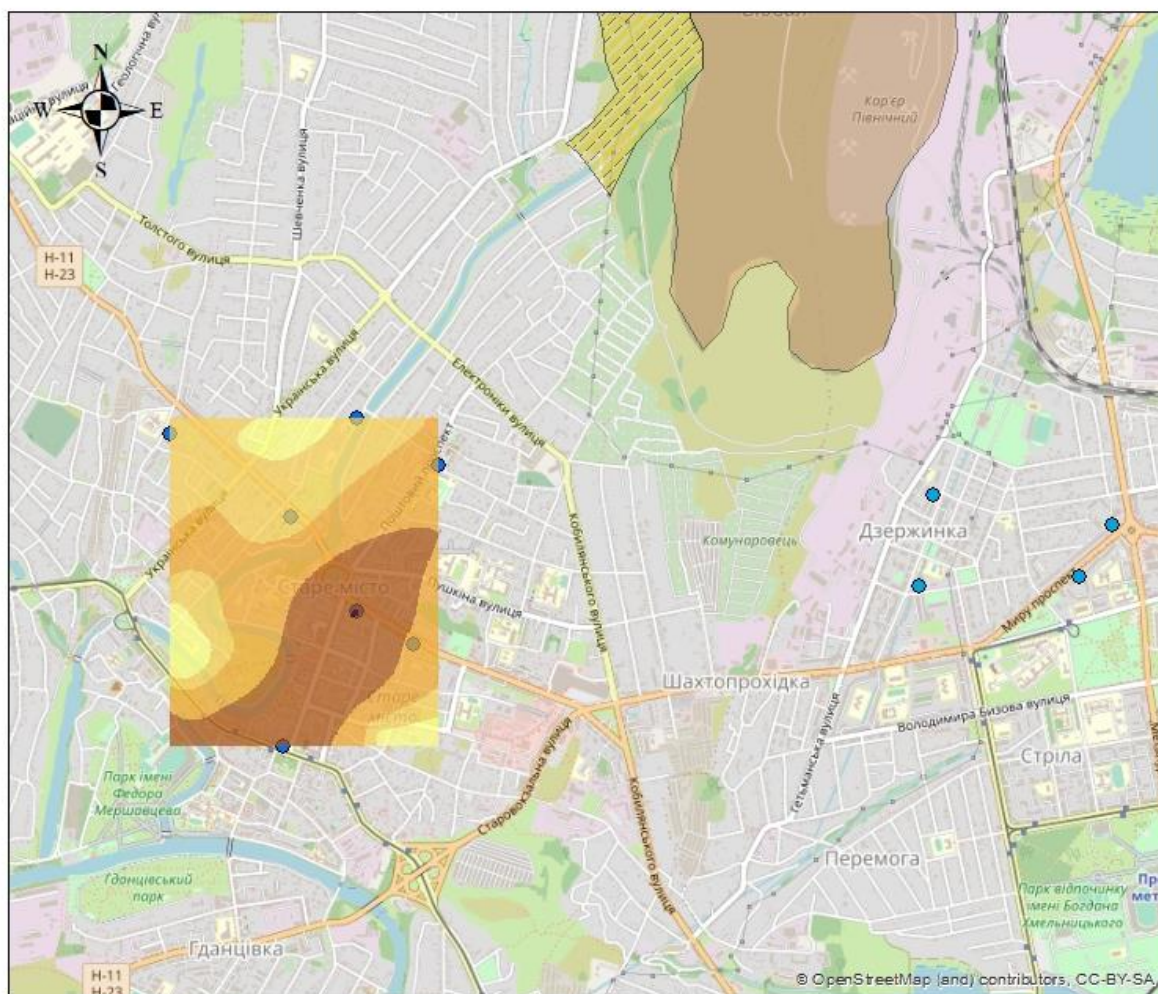
Наступним кроком дослідження ринку нерухомості є моделювання картосхем вартості 1 м^2 для районів міста. В Кривому Розі виділяють дві зони:

1. Південна зона, вона розташовує в собі площу Інгулецького, Центрально-Міського, Дзержинського, Саксаганського районів.
2. Північна зона охоплює частину Жовтневого району та Тернівського району.

Для виконання та аналізу даних було використано модуль інтерполяції Kernel Interpolation with Barriers, перевагою цього модуля є врахування існуючих «бар'єрів», що дозволяю більш точно побудувати модель та зробити аналіз. «Бар'єром» в моїй роботі є шари «Підприємства» та «Кар'єри та відвали», так як віднесення їх територій до слоїв забудови дає некоректну інформацію, для більш точного відображення даних, було обрано експоненціальну функцію ядра.

Райони південної зони, де зосереджено історичний центр міста, а також велика кількість кар'єрів та їх відвалів і найбільші потужності виробництва залізної руди, чавуну, цегли. Інфраструктура району високорозвинена – велика кількість закладів освіти, а також сучасні, облаштовані для сімейного відпочинку рекреаційні території. В зоні дослідження переважає забудова 60-х років.

Для аналізу ринку нерухомості південної зони міста було побудовано картосхеми вартості $1 \text{ м}^2 / \text{грн.}$ для Центрально-Міського (рис.3.4) та Саксаганського районів (рис.3.5).



1:40 000

Легенда

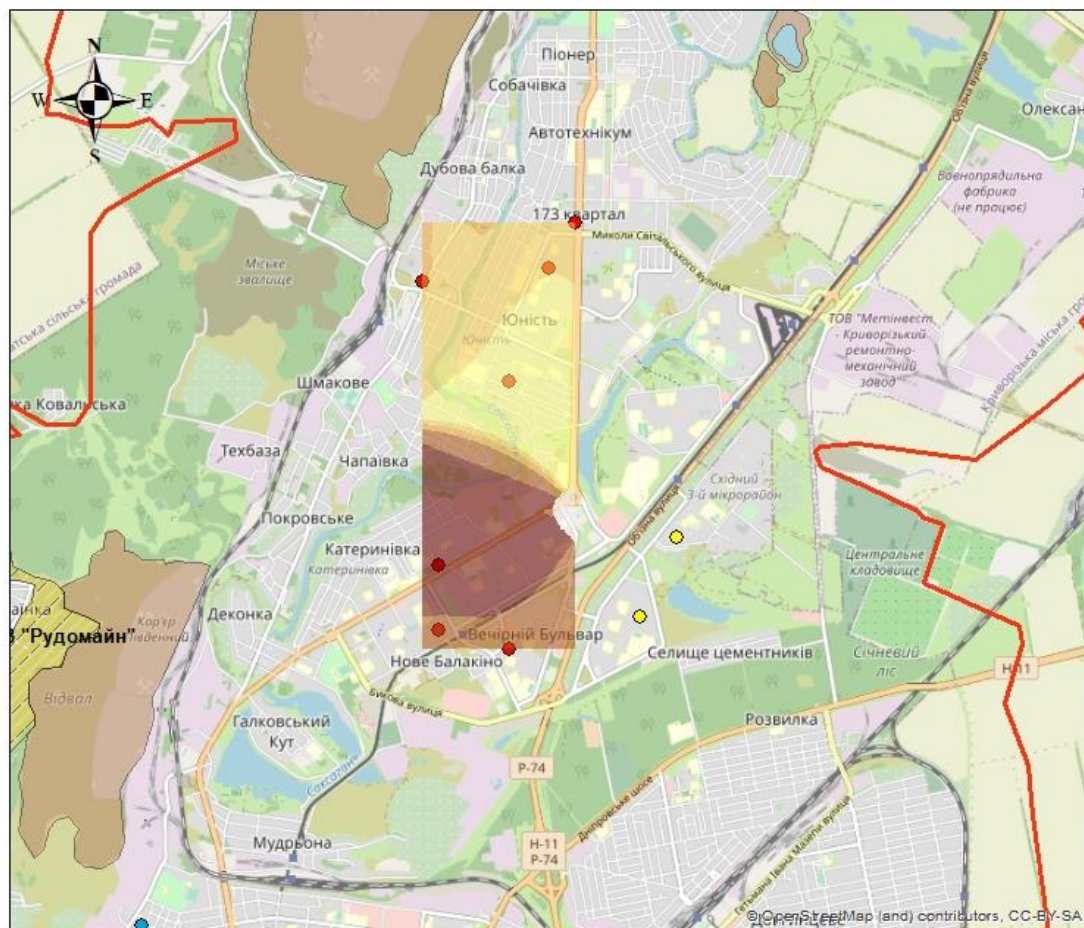
	— границі міста	Вартість 1 кв.м\грн		15 800 – 19 100	
	підприємства		11 900 – 13 500		19 100 – 23 800
	кар'єри та відвали		13 500 – 15 800		23 800 – 30 600

Рис. 3.4 – Картосхема вартості 1м²/грн. квартир Центрально-Міського району

Середня ціна за 1м²/грн. в Центрально-Міському районі – 17628 грн. Зважаючи на всі плюси району – історичний центр міста, великі паркові зони, близькість до річки та розвинена інфраструктура, можна зробити висновок, що цей район є досить дорогим, але комфортним для життя.

Наступним досліджувальним районом південної зони є Саксаганський (рис.3.5). Найменший за площею та водночас найбільш населений район міста.

Наразі на території законсервовані всі шахти, а також відсутні промислові підприємства, тому цей район вважається відносно екологічно чистим.



1:80 000

Легенда

Символ	Вартість 1 кв.м/грн	Ціновий діапазон
— (червоний лінійний)	границі міста	10 300 – 13 000
▨ (жовтий з діагональними лініями)	підприємства	8 510 – 9 100
■ (коричневий)	кар'єри та відвали	13 000 – 18 800
■ (жовтий)		9 100 – 10 300
■ (темно-коричневий)		18 800 – 31 300

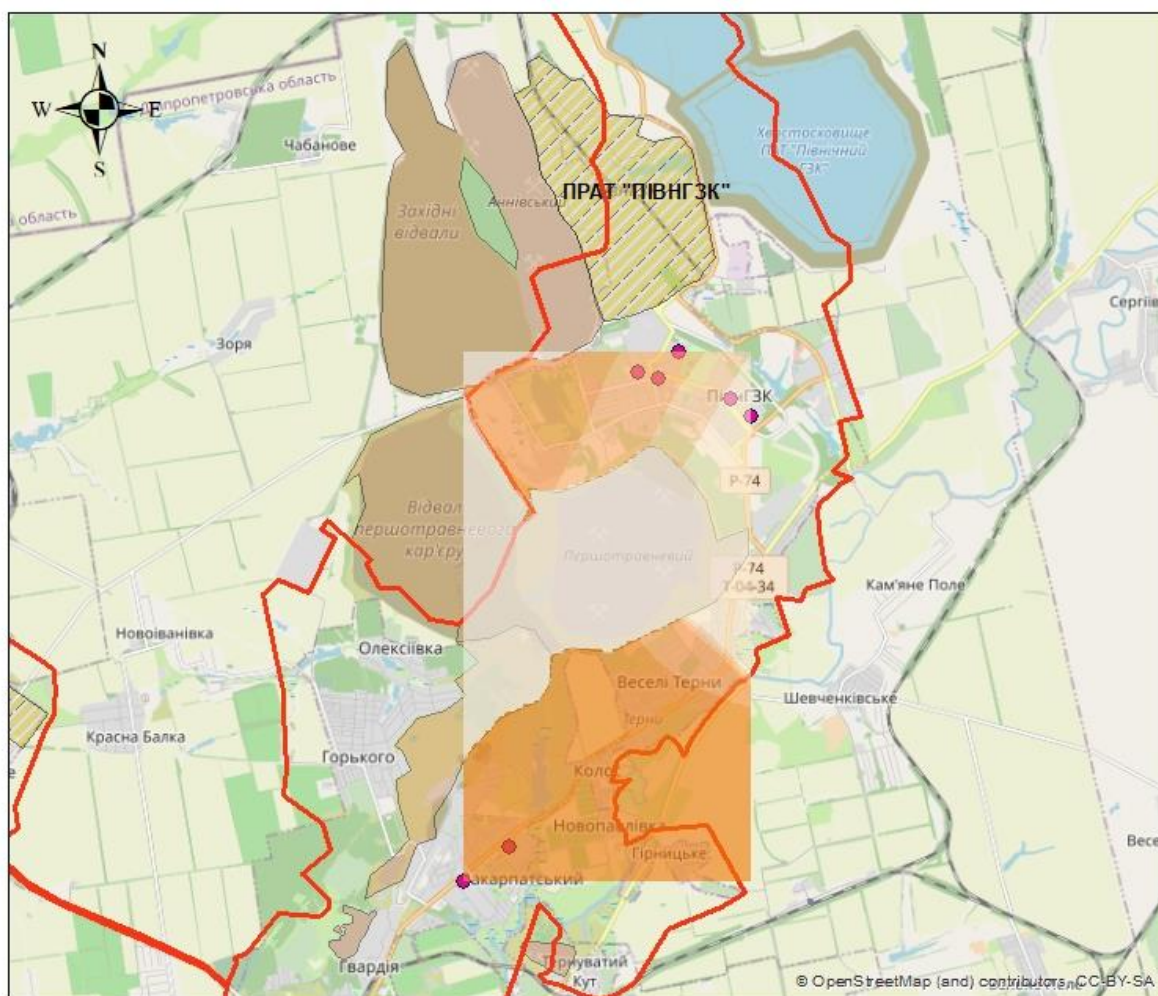
Рис. 3.5 – Картосхема вартості 1м²/грн. квартир Саксаганського району

Середня ціна 1м²/грн. в Саксаганському районі – 13775 грн., що робить його досить доступним та підтверджує його привабливість для населення.

Для аналізу північної зони міста, було досліджено Тернівський район (рис.3.6), він займає значну територію міста, а тому є коректним для відображення цін. Район знаходиться на півночі міста, значна територія межує з ПАТ «ПІВНГЗК», на території якого знаходяться два потужні

залізорудні кар'єри. Природно-геологічний потенціал Тернівського району складає залізна руда.

Формування цін на нерухомість прямо залежне від віддаленості до промислової зони. Чим ближче до кар'єрів та заводів, тим нижча ціна – 4900-7100 грн. за 1 м².



1:150 000

Легенда

Вартість 1 кв.м\грн	
— границі міста	7 100 – 9 300
▨ підприємства	4 900 – 5 700
▨ кар'єри та відвали	5 700 – 7 100
	9 300 – 13 000
	13 000 – 19 000

Рис. 3.6 – Картосхема вартості 1м²/грн. квартир Тернівського району

Середня вартість 1м² нерухомості – 8967 грн., він є одним з найдоступніших по ціні, але екологічно не комфортним для життя через наближеність до зони виробництва.

Отже, найдешевші пропозиції можна знайти в Тернівському та Інгулецькому районах, близькість до промислових зон значно знижує вартість квартир, але попит на них створюють працівники металургійних компанії «ПівНГЗК».

Середня ціна за 1м^2 в центральному районі складає 17628 грн., квартири знаходяться близько до рекреаційних зон та є досить комфортними для життя через розвинену систему інфраструктури.

Загалом, вторинний ринок нерухомості міста Кривий Ріг значно розвинений ніж первинний. Існує велика кількість пропозицій, але попит стрімко знизився після початку російської агресії на території України та відносної близькості (70 км) міста до лінії бойових дій (до деокупації сусідньої Херсонської області).

3.2. Аналіз впливу викидів забруднюючих речовин на ринок нерухомості міста Кривий Ріг

Кривий Ріг – один з найбільших промислових центрів України, тут знаходяться металургійні заводи-гіганти, які в свою чергу потребують багато спеціалістів, які створюють попит на нерухомість. Тому досліджування ринку нерухомості та вплив на нього екологічних факторів є актуальною темою.

Як відомо, у місті працює Екологічна реформа, завдяки якій відбувається систематичний моніторинг стану повітря. Наразі під час воєнного стану працює тільки 6 моніторингових станцій.

Так як у Кривому Розі видобуток корисних копалин відбувається відкритим методом, то забруднення навколишнього середовища та прилеглих житлових територій неминуче. В процесі буріння, дробиння та транспортування вантажів в атмосферу потрапляє дрібнодисперсний пил та шкідливі гази: оксид вуглецю (CO), діоксид азоту (NO₂) та діоксин сірки (SO₂).

Для аналізу впливу викидів на ринок нерухомості було побудовано картосхеми, які зображують райони міста з нанесенням індексів

техногенного забруднення. Під час виконання дослідження було використано модуль Geostatistical Analyst та метод зважених відстаней – IDW. Розташування пунктів екологічного моніторингу в місті є досить рівномірним, тому цей метод інтерполяції успішно працює.

Для побудови картосхем екологічного стану було використано дані 6 стаціонарних пунктів.

Перша картосхема (рис.3.7) зображує території забруднення дрібнодисперсним пилом PM2.5 станом на 05.05.2023 р. Частинки пилу з цим розміром більш шкідливі для атмосфери та людей, тому що вони не вимиваються дощами і можуть більше перебувати у повітрі. Наявність вітру та його напрямок зумовлюють швидкість осідання пилу. У цей день у місті панував південно-східний вітер зі швидкістю 0,6-3,8 м/с.

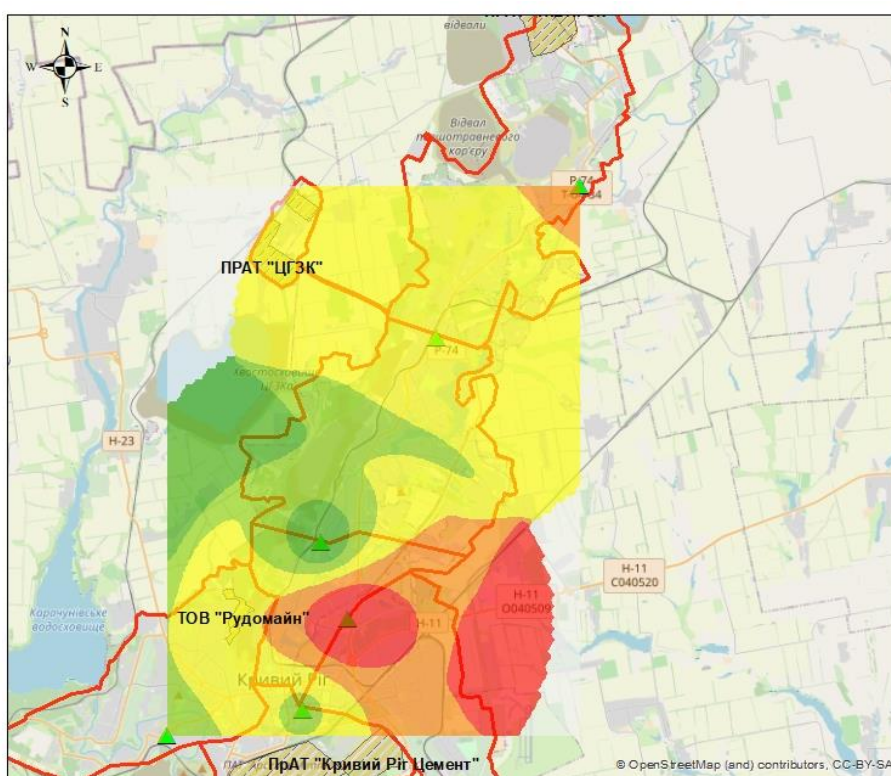


Рис.3.7 – Картосхема забруднення міста дрібнодисперсним пилом PM2.5 станом на 05.05.2023 р.

Можна зробити висновок, що пил потрапляв у повітря внаслідок роботи на кар'єрах, які знаходяться у південній частині міста, а також з кар'єру ТОВ «Рудомайн». Найбільш забрудненим районом є Довгинцівський, а з найбільш добрим рівнем – Жовтневий.

Далі була побудована картосхема забруднення атмосфери міста діоксидом азоту (NO_2) (рис.3.8). Якщо вміст цього газу буде високим у повітрі, це може призвести до отруєння населення (постійна алергія, астма, подразнення очей та горла).

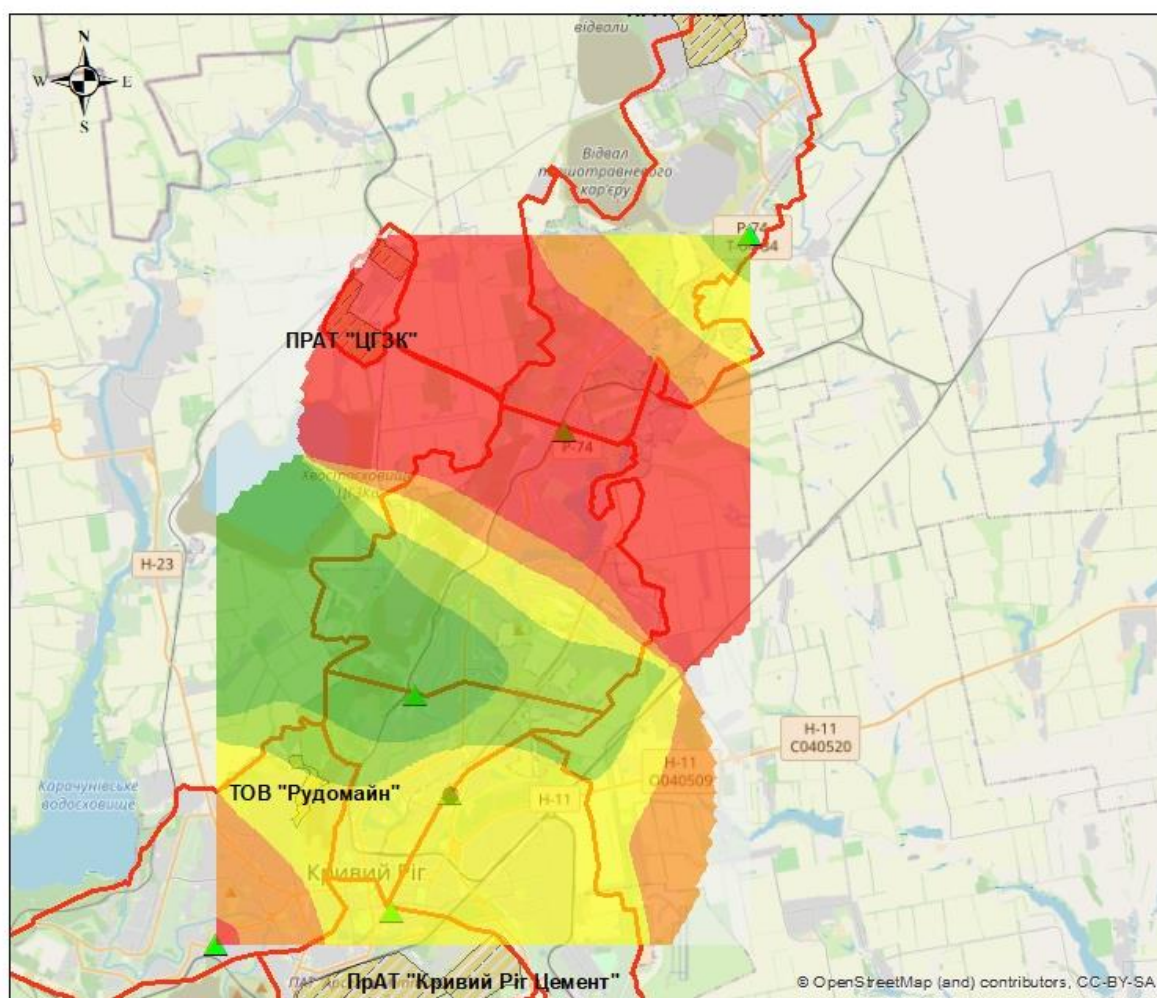
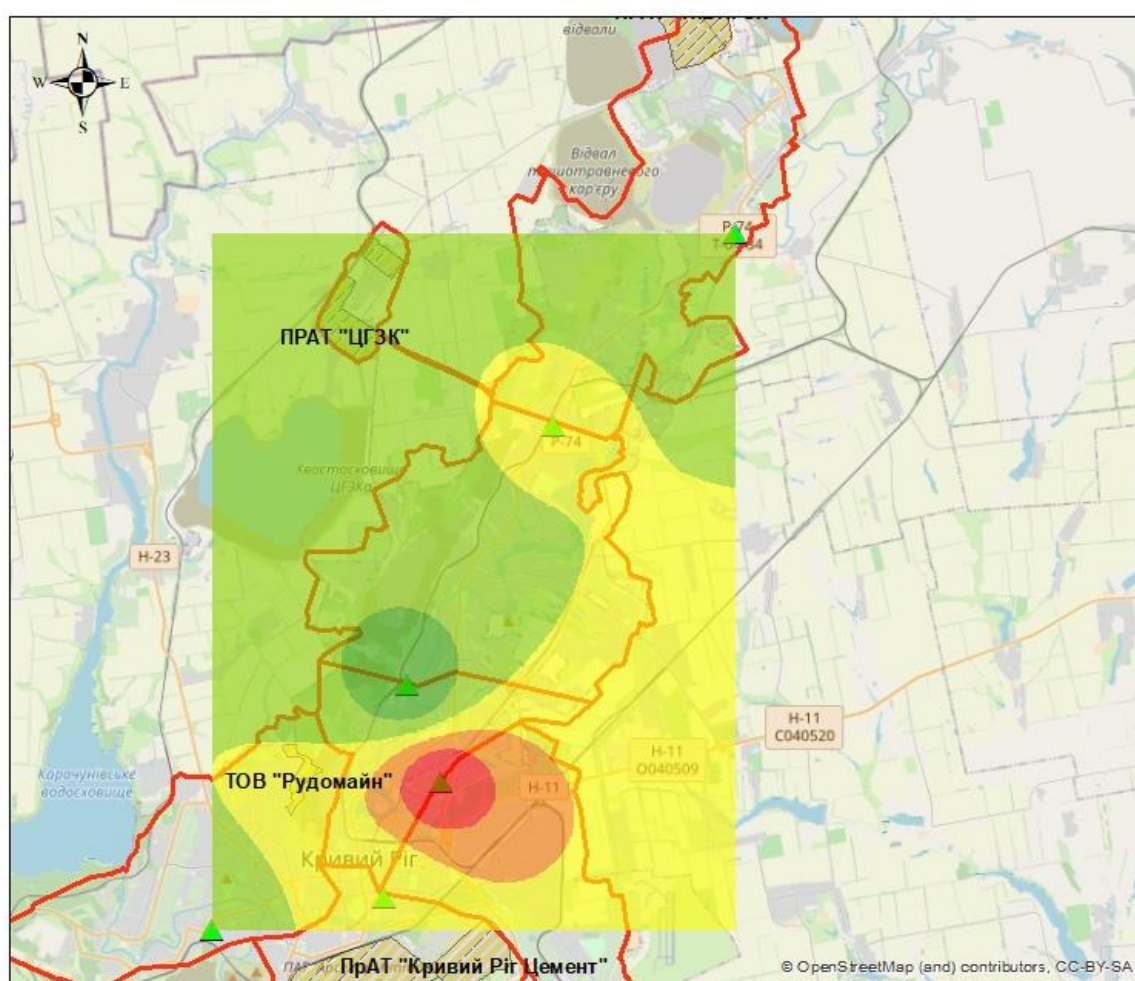


Рис.3.8 – Картосхема забруднення міста діоксидом азоту станом на 05.05.2023 р.

Найбільш забрудненими є частина Жовтневого та Тернівського району, а також частина Центрально-Міського району, яка розташовується ближче до виробничих потужностей. Зазвичай найбільші показники викидів діоксида азоту спостерігаються влітку, гранично-допустима норма може перевищуватися в два рази.

Наступним кроком дослідження впливу екологічного забруднення на ринок нерухомості стало побудова картосхеми якості атмосферного повітря (рис.3.9).



1:300 000

Легенда	 32 – 40	 межі районів
Індекс якості повітря	 40 – 49	 підприємства
 14 – 23	 49 – 58	
 23 – 32	 станції моніторингу	

Рис.3.9 – Картосхема якості атмосферного повітря станом на 05.05.2023 р.

Найбільший індекс якості атмосферного повітря спостерігається у Саксаганському та Дзержинському районах. Осередком викидів забруднюючих речовин стали ТОВ «Рудомайн», яке знаходиться в сусідньому районі та ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», а також ПАТ «АрселоМіттал Кривий Ріг».

На основі даних картосхеми якості атмосферного повітря, було проведено аналіз залежності середніх цін на ринку нерухомості від якості повітря. Для цього я використала раніше створену базу даних вторинного ринку, де є вказані характеристики квартир та розрахована ціна за 1м^2 та для візуального сприйняття даних використано модуль інтерполяції Kernel Interpolation with Barriers, перевагою цього модуля є врахування існуючих «бар'єрів», що дозволяють більш точно побудувати модель та зробити аналіз.

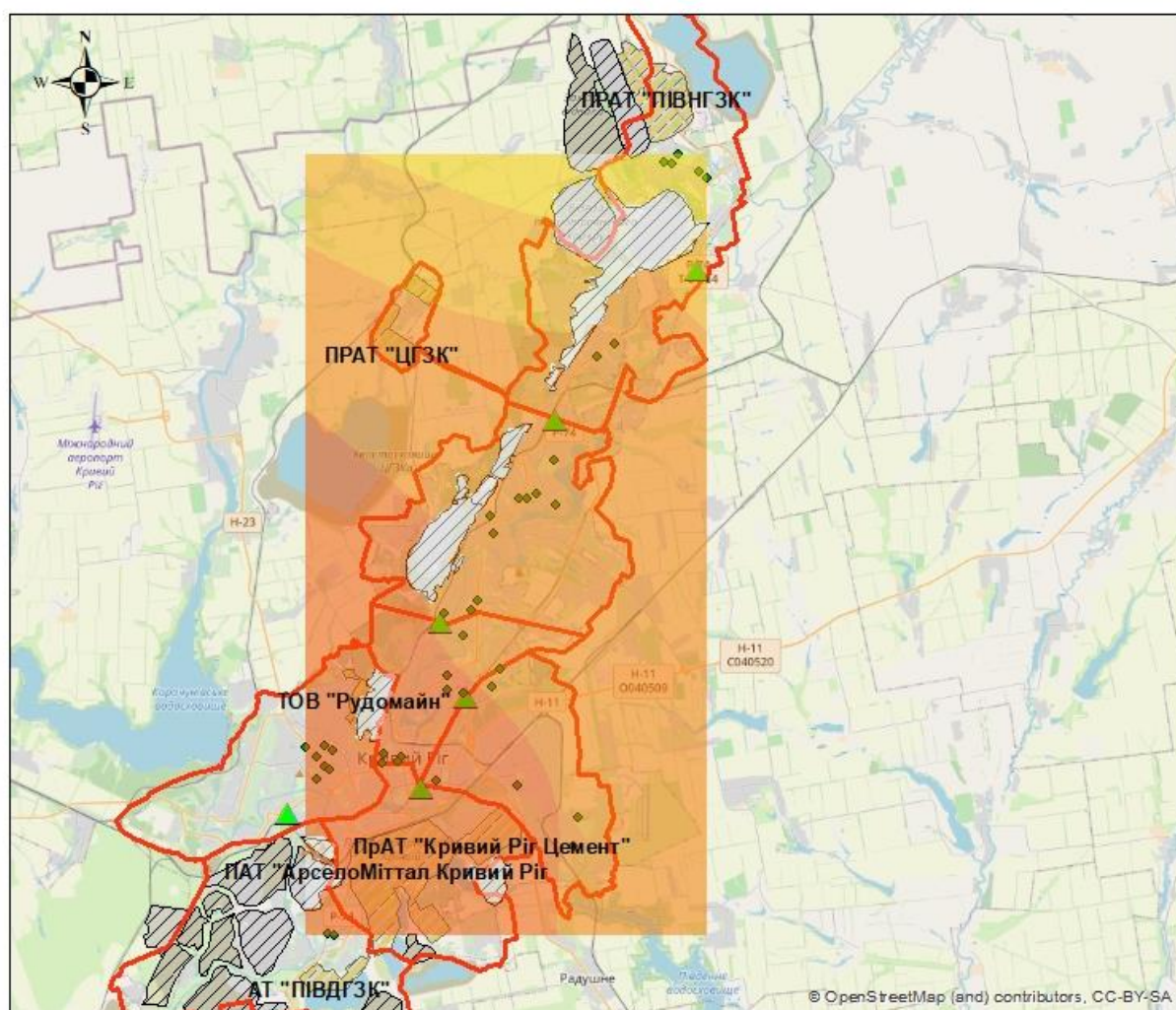
«Бар'єром» в моїй роботі є шар «Кар'єри та відвали», так як віднесення їх територій до слоїв забудови дає некоректну інформацію, для більш точного відображення даних, було обрано експоненціальну функцію ядра.

На картосхемі (рис.3.10) можна побачити, що найвища ціна за 1м^2 в Центральноміському та Саксаганському районі, але на картосхемі якості повітря (рис.3.9) в частині Саксаганського району перевищено індекс якості повітря, що повинно значно впливати на вартість нерухомості, адже покупець, який цінує своє здоров'я, завжди розглядає екологічний фактор перед вибором нерухомості. Також в цьому районі підвищена кількість дрібнодисперсного пилу $\text{PM}_{2.5}$.

Отже, формування цін на ринку нерухомості в місті Кривий Ріг в більшій мірі залежить від розвитку інфраструктури, наявності зелених зон в районі та відстані від так званої «червоної лінії» в місті, тобто відстань від «АрселорМіттал Кривий Ріг».

За раніше проведеним аналізом вторинного ринку нерухомості, можна зробити висновок, що найдешевші пропозиції можна знайти в Тернівському районі, близькість до промислових зон значно знижує вартість квартир. На

території району наразі працює тільки один пункт стаціонарного спостереження за атмосферним повітрям, який не охоплює всю територію району, тому неможливо точно оцінити зв'язок екологічних факторів з утворенням цін на цій місцевості. Загалом, якість атмосферного повітря в Тернівському районі є в межах норми, але вміст діоксиду азоту перевищив гранично допустимі норми, що може негативно впливати на стан здоров'я потенційного покупця або жителя району.



1:400 000

Легенда**Вартість
1м²/грн.**

	10 600 – 13 600	▲	станції моніторингу
	13 600 – 17 700	—	межі районів
	4 890 – 7 000	▨	кар'єри та відвали
	7 000 – 8 520	▨	підприємства
	8 520 – 10 600	◆	об'єкт нерухомості

Рис.3.10 – Картосхема вартості 1м² в місті Кривий Ріг

Середня ціна за 1м² в Центрально-Міському районі складає 17628 грн., квартири є досить комфортними для життя через розвинену систему інфраструктури, а також для потенційних покупців та мешканців району є можливість отримання психологічного та соціального ефектів, а саме спостереження за урбанізованими парковими зонами та ландшафтами.

Згідно з даними забруднення, якість атмосферного повітря в районі в межах норми, тому ціни в цьому районі напряму залежать від екологічної ситуації.

На ціноутворення та комфортність проживання у місті також впливають шум та вібрації від вибухів у кар'єрах та роботи металургійних заводів. Також у Кривому Розі дуже розвинені залізничні шляхи, адже цей вид транспорту широко використовується не тільки для пасажирського сполучення, а і для транспортування корисних копалин на територіях шахт та підприємств.

Проведення досліджень шумового навантаження здійснюється на житловій території та громадських будівлях. Результати оцінюються за «Державними санітарними нормами рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови». Також значні сейсмічні коливання при масових вибухах у кар'єрах створюють пошкодження стану приміщення (виникнення тріщин). Тому, дослідивши вплив якості атмосферного повітря, і використовуючи всі фактори, які можуть впливати на якісні умови проживання у місті, можна побудувати картосхему зонування міста по комфортності проживання.

Для початку, було створено буферні зони навколо підприємств промисловості, а також кар'єрів та їх відвалів, тому що ці об'єкти найбільш забруднюють атмосферне повітря, а також створюють шум та вібрації.

Дослідивши протоколи вимірів шуму, а також взявши до уваги наявність санітарних зон, які становлять – 1000 м для об'єктів першого класу, було вирішено зробити буферну зону на відстані 1300 м від об'єктів

промисловості. На мою думку, навіть ця відстань не створить комфортного проживання, але щільність населення в місті дуже велика і це найбільш впливає на урбанізацію наближених територій.

Далі, проаналізувавши картосхеми якості атмосферного повітря (рис.3.9), викидів дрібнодисперсного пилу (3.7) та двоокису азоту (3.8) , були нанесені зони з комфортними умовами проживання, менш комфортними та некомфортними умовами (рис.3.11).

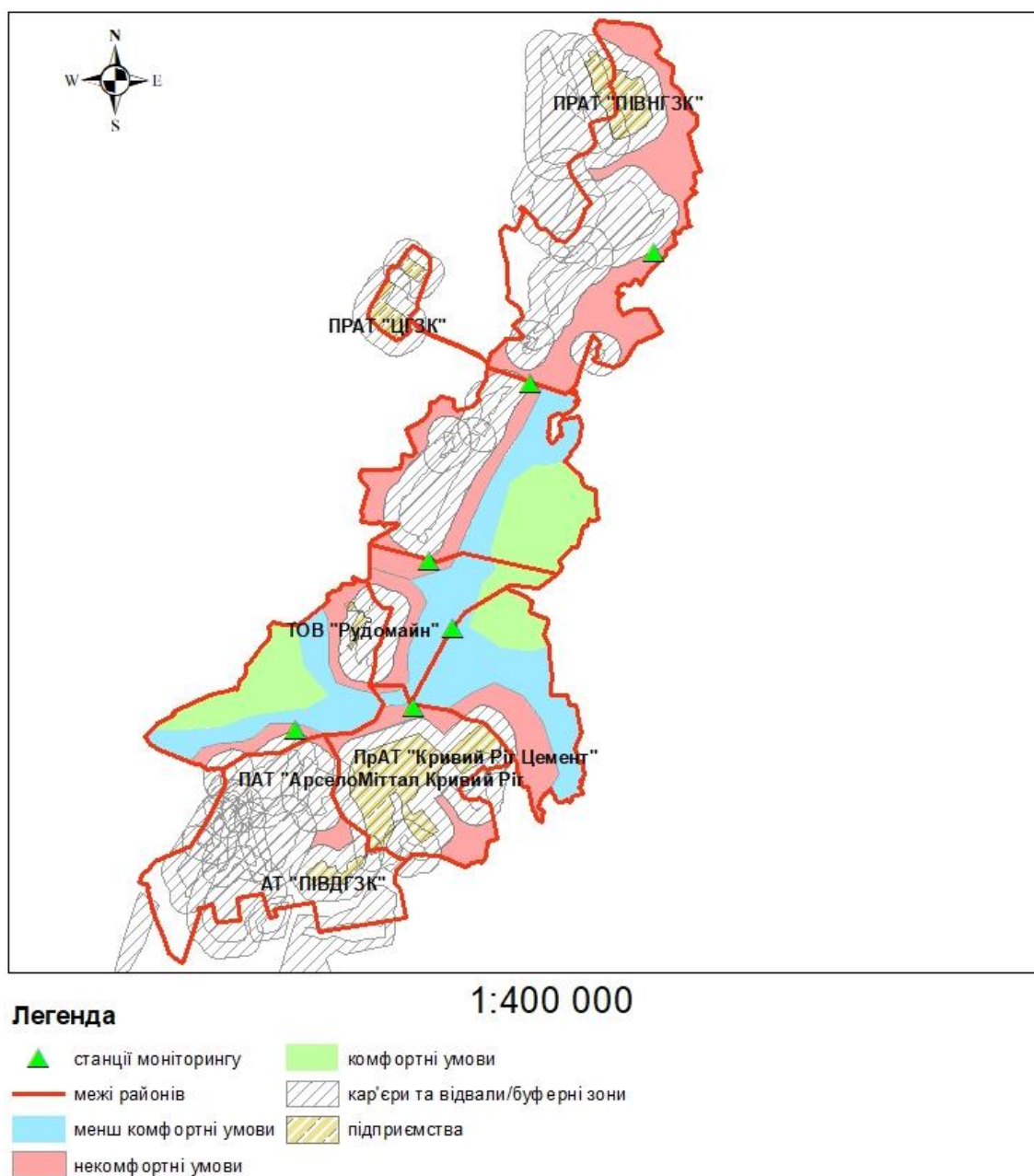


Рис.3.11 – Картосхема зон по комфортності проживання у місті Кривий Ріг з урахуванням екологічних факторів

Отже, з урахуванням всіх екологічних показників було виділено 3 зони. На мою думку, проживання поблизу працюючих кар'єрів та металургійних заводів, не може бути комфортним, адже несе велику загрозу для здоров'я людини, яка з роками може призвести до швидкої смерті. Постійний шум та вібрації можуть призвести до психічних порушень і створити цілу низку проблем для населення.

Стрімка урбанізація територій створює некомфортні умови проживання у місті, люди будують будинки та облаштовують свій побут серед кар'єрів та їх відвалів, близько до санітарної зони, а іноді і порушуючи її (рис. 3.12).

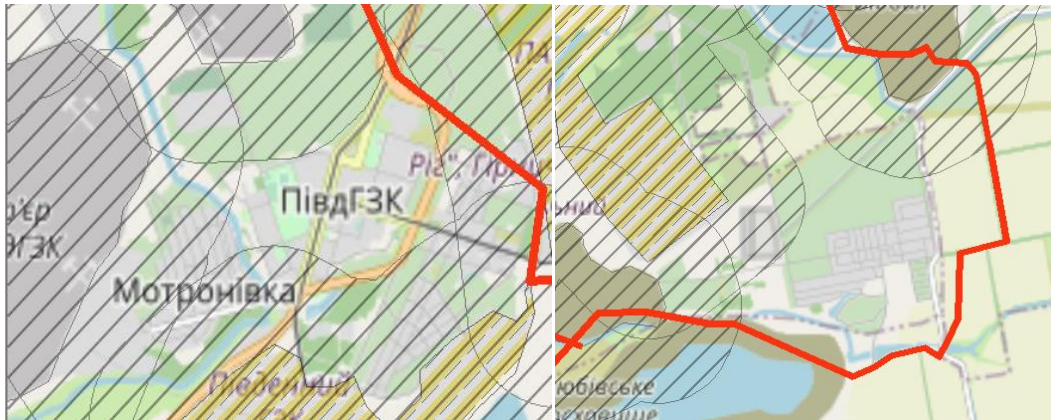


Рис.3.12 – Фрагменти картосхеми з рисунку 3.11

На рисунку 3.12 видно, що створенні дачні кооперативи знаходяться між кар'єрами, я вважаю, що таке місце розташування є недопустимим, так як несе велику загрозу для стану здоров'я населення.

Для усунення проблем з розташуванням житлових будівель поблизу промислової зони та підвищення якості життя місцевого населення, необхідно ретельно займатися екологічною ситуацією в місті, розвивати міські екологічні програми та створювати більше стаціонарних постів моніторингу за атмосферним повітрям.

3.3. Розрахунок вартості об'єкта нерухомості порівняльним методом з поправками на екологічні чинники та дослідження впливу російської агресії на ринок нерухомості

Під екологічним чинником або чинником навколишнього середовища розуміється будь-яке природне явище або якісний стан навколишнього середовища та його окремих компонентів, зокрема якісний стан елементів нерухомості. Екологічний чинник може впливати на вартість суб'єкта нерухомості, як позитивно – підвищуючи вартість, так і негативно – знижуючи її. Під якісним станом середовища розуміється якість основних компонентів навколишнього середовища в межах населених пунктів (якість води, ґрунтів, повітря) та якість штучних об'єктів нерухомості (якість будівельних матеріалів, питної води у водопроводі тощо) (Губар Ю., Вовк А., 2009).

Виділяють три класи екологічних чинників, які необхідно враховувати, оцінюючи вартість нерухомості: екологічні чинники, що безпосередньо впливають на вартість нерухомості на момент експозиції на ринку, або здатні змінити її після виявлення в майбутньому; обмеження у використанні нерухомого майна; юридичні зобов'язання, пов'язані із здійсненням виплат або з проведенням ремонтно-відновлюваних робіт та ліквідації заподіяної шкоди (Губар Ю., Вовк А., 2009).

Для оцінки було вибрано об'єкт нерухомості в місті Кривий Ріг, який розташований в Жовтневому районі по вулиці Ракітіна, 15. Квартира має 3 кімнати, площа 77м², знаходиться на 4 поверсі чотирьохповерхового будинку. Будинок побудовано в 1965-1969 роках, стіни з цегли. Район розташування має відмінну транспортну інфраструктуру, у пішій доступності парк, річка та магазини.

Для визначення вартості об'єкта нерухомості використовується методичний підхід, що ґрунтується на зіставленні цін продажу об'єктів аналогів.

За обраним методом оцінки, необхідно відібрати більше об'єктів-аналогів ніж кількість коефіцієнтів коригування на одиницю. Для виконання дослідження використовується шкалу якісних оцінок «1-9», оскільки вона дозволяє врахувати ступінь відмінності і має якнайменше середньоквадратичне відхилення. У табл. 3.1 наведено цю шкалу (Губар Ю., Вовк А., 2009).

Таблиця 3.1

Шкала якісних оцінок «1-9»

Градація оцінки чинника	Значення порядкової шкали «1-9»
Найгірше значення чинника	1-2
Незначна перевага	3-4
Значна перевага	5-6
Явна перевага	7-8
Абсолютна перевага	9

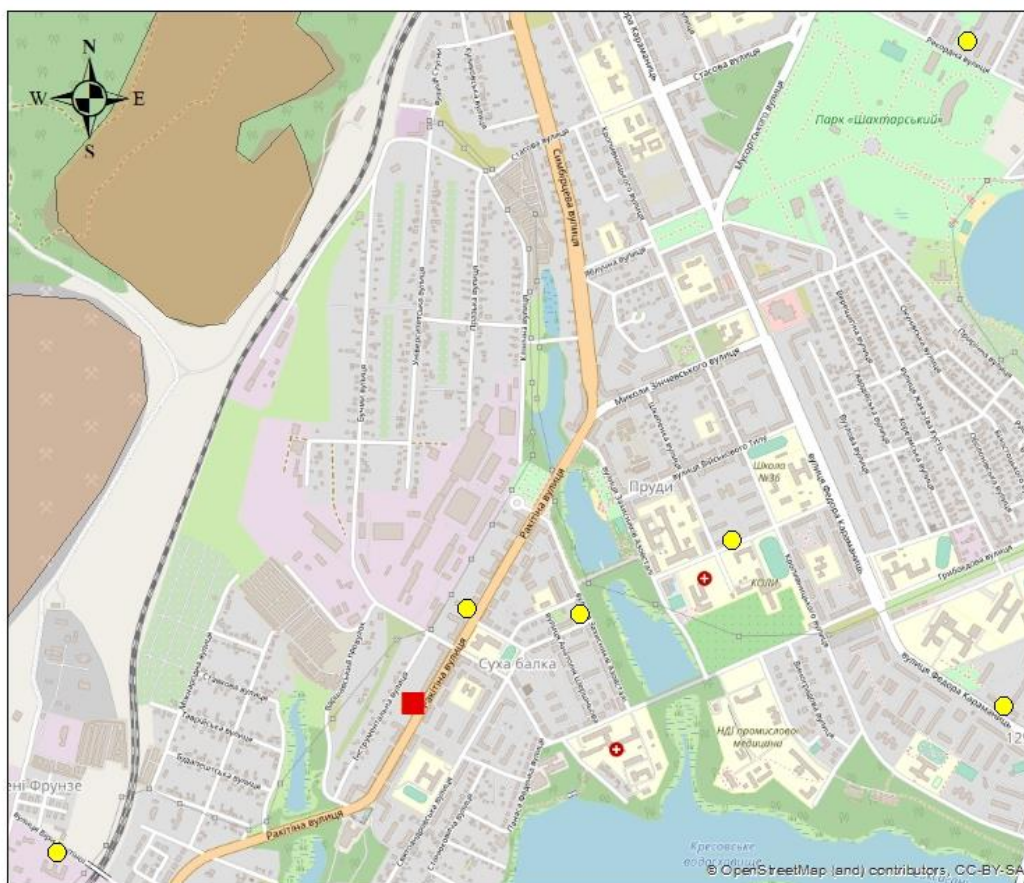
Було відібрано 6 об'єктів-аналогів з подібними характеристиками – місце розташування, кількість кімнат та площа (з невеликими відхиленнями).

Для візуальної оцінки нанесено об'єкт оцінки та об'єкти-аналоги на карту точковим шаром (рис.3.13). В атрибутивну таблицю (рис.3.12) додано інформацію, яка необхідна для точного порівняння нерухомості.



Жовтневий район									
	OBJECTID *	SHAPE *	Район	ксть кімнат	поверх	площа	ціна	ціна м2	
	1	Точка	Жовтне	3	5	70	837079	11958	
	2	Точка	Жовтне	3	3	60	468165	7802	
	3	Точка	Жовтне	3	4	76	662921	8722	
	4	Точка	Жовтне	3	1	86	674157	7839	
	5	Точка	Жовтне	3	1	58	823970	14206	
	6	Точка	Жовтне	3	6	63	749064	11889	

Рис. 3.12 – База даних з характеристиками об'єктів-аналогів



Легенда

1:24 000

- границі міста
- підприємства
- кар'єри та відвали
- об'єкти-аналогі
- об'єкт оцінки

Рис. 3.13 – Картосхема розташування об'єктів аналогів та об'єкта оцінки

Далі за шкалою «1-9» було проставлено значення для всіх об'єктів-аналогів (табл.3.2) відповідно до обраних екологічних чинників, а саме:

1. Віддаленість від промислової зони мінімум на 2 км;
2. Віддаленість від постів моніторингу за атмосферним повітрям;
3. Наявність рекреаційної зони поруч з будинком;
4. Привабливе архітектурне середовище;
5. Віддаленість від сміттєзвалища.

Таблиця 3.2

Шкала значень екологічних чинників

Назва об'єкта	Екологічні чинники					Ціна 1м ² , грн
	Віддаленість від промислової зони мінімум на 2км	Віддаленість від постів моніторингу	Наявність рекреаційної зони поруч з будинком	Привабливе архітектурне середовище	Віддаленість від сміттєзвалища	
Об'єкт оцінки	9	1	8	7	8	
Аналог 1	9	1	9	7	9	11958
Аналог 2	7	3	9	2	8	7802
Аналог 3	8	2	8	5	8	8722
Аналог 4	5	4	6	6	5	7839
Аналог 5	5	2	3	5	4	14206
Аналог 6	9	1	5	4	1	9614

Для визначення вартості земельної ділянки порівняльним методом з використанням об'єктів аналогів доцільно використовувати математичний апарат.

Для того щоб визначити вартість об'єкта, спершу необхідно порівняти його з кожним відібраним об'єктом-аналогом, як наслідок отримаємо систему із n-лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} C_{зп} = C_1 + \Delta C_{11} + \Delta C_{12} + \dots + \Delta C_{1k} \\ C_{зп} = C_2 + \Delta C_{21} + \Delta C_{22} + \dots + \Delta C_{2k} \\ C_{зп} = C_n + \Delta C_{n1} + \Delta C_{n2} + \dots + \Delta C_{nk} \end{cases}$$

де, $C_{зп}$ – оцінна вартість об'єкту, визначена зіставленням цін продажу об'єктів аналогів, грн.;

C_a – ціна продажу об'єкта-аналога, грн. ;

ΔC_{aj} – поправка в ціні продажу об'єкта-аналога стосовно об'єкта оцінки, що оцінюється на j -м фактором порівняння (Губар Ю.П., 2007).

Оскільки коригування ΔC_{aj} залежить від відмінностей по j -м ціноутворюючому фактору між об'єктом оцінки і аналогом, тоді ці коригування доцільно визначити так:

$$\Delta C_{aj} = (x_{0j} - x_{aj}) * \Delta C_j = \Delta x_{aj} * \Delta C_j$$

де, x_{0j} – значення j -го коефіцієнта коригування для об'єкта оцінки;

x_{aj} - значення j -го коефіцієнта коригування для об'єкта-аналога;

ΔC_j – внесок у вартість одиниці коефіцієнта коригування (Губар Ю.П., 2007).

Отже, матриця ΔX та C мають такий вигляд:

$$\Delta X = \begin{cases} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & 1 & -5 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & -2 & 0 \\ 1 & -3 & 3 & -2 & -1 & -3 \\ 1 & -3 & 1 & -5 & -2 & -4 \\ 1 & 0 & 0 & -3 & -3 & -7 \end{cases}$$

$$C = \begin{cases} 11958 \\ 7802 \\ 8722 \\ 7839 \\ 14206 \\ 11889 \end{cases}$$

Обернена матриця до ΔX :

$$\Delta X^{-1} = \begin{cases} 0,55 & -0,33 & 0,7 & -0,01 & 0 & 0,08 \\ -3,11 & -0,96 & 2,75 & -0,11 & -0,5 & 0,14 \\ -1,25 & -0,75 & 2,25 & 0,25 & -0,5 & 0 \\ 0,87 & 0,61 & -1,7 & 0,16 & 0 & 0,06 \\ 0,31 & -0,06 & -0,4 & 0,17 & 0 & -0,03 \\ -0,43 & -0,28 & 1 & -0,14 & 0 & -0,14 \end{cases}$$

Далі обраховуємо C_3 (оцінна вартість земельної ділянки), для цього необхідно дані оберненої матриці помножити на середні ціни за 1 м^2 об'єктів аналогів:

$$C_3 = \begin{cases} 10980,37 \\ -26994,63 \\ -6317,75 \\ 2302,86 \\ 726,02 \\ -1366,42 \end{cases}$$

де, 10980,37 – це середня ринкова вартість 1 м^2 об'єкта нерухомості.

Отже, вартість об'єкта оцінки на травень 2023 р. складає : 10980,37 грн. $\cdot 77\text{ м}^2 = 845488,49$ грн.

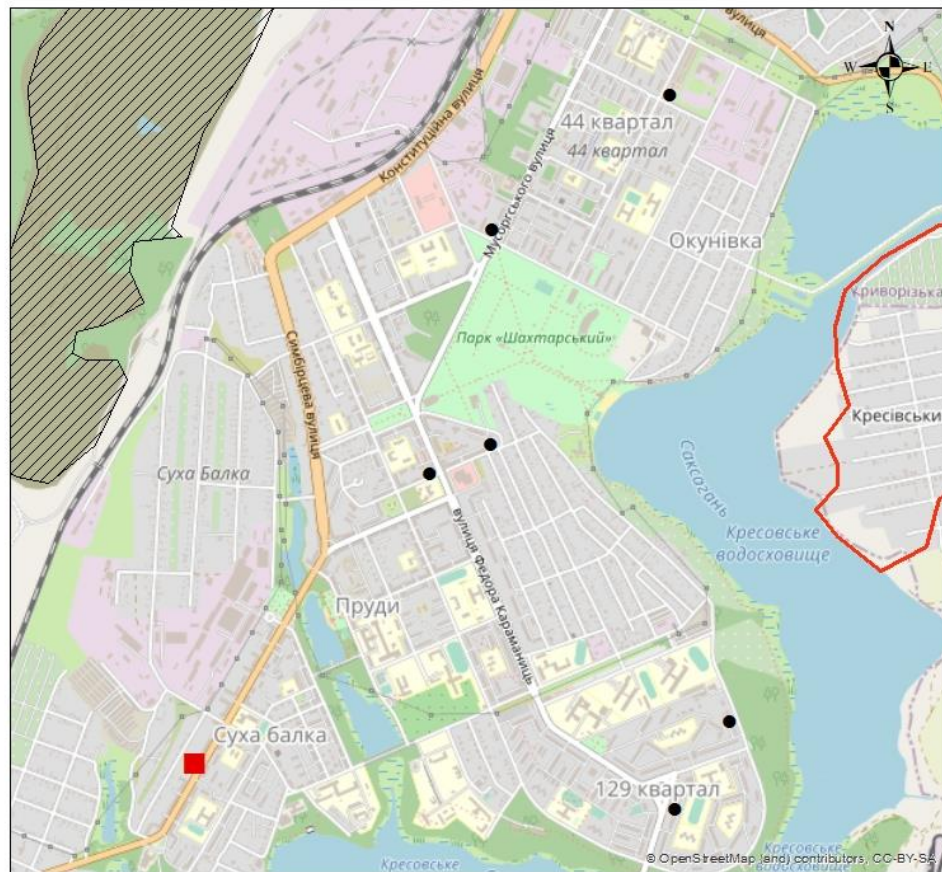
Інші елементи матриці C_3 означають:

1. -26994,63 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшенні віддаленості від промислової зони;
2. -6317,75 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшення віддаленості від постів моніторингу за атмосферним повітрям;
3. 2302,86 – поправка до вартості 1 м^2 у разі наявності рекреаційної зони поруч з будинком;
4. 726,02 – поправка до вартості 1 м^2 у разі наявності привабливого архітектурного середовища;
5. -1366,42 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшення віддаленості від сміттєзвалища.

Виконана оцінка об'єкта нерухомості з використанням математичного апарата дає змогу визначати середню вартість 1 м^2 та поправкові коефіцієнти. Цей метод оцінювачі можуть використовувати, коли у них достатньо даних про характеристики об'єктів аналогів.

За результатами дослідження ціна трьохкімнатної квартири у Жовтневому районі міста Кривий Ріг на травень 2023 р. складає – 845 488,49 грн.

Для дослідження зміни ринку нерухомості після початку російської агресії 2022 року, було знайдено квартири зі схожими характеристиками(рис.3.14): трьохкімнатні, площа 65-80 м², Жовтневий район (рис.3.15). Вторинні пропозиції, дата створення оголошень для об'єктів-аналогів серпень-вересень 2021 року.



Легенда

- межі районів
- підприємства
- кар'єри та відвали
- об'єкти-аналогі
- об'єкт оцінки

1:30 000

Рис.3.14 – Картосхема розташування об'єктів аналогів та об'єкта оцінки

OBJ	SHAPE *	Район	ксть кім	поверх	площа	ціна	ціна м2
9	Точка	Жовтне	3	1	74	971011	13121
10	Точка	Жовтне	3	8	68	600800	8582
11	Точка	Жовтне	3	5	70	579450	8277
12	Точка	Жовтне	3	5	73	856950	11739
13	Точка	Жовтне	3	2	67	901350	13452
14	Точка	Жовтне	3	3	74	985640	13319

Рис.3.15 – База даних з характеристиками об'єктів-аналогів

Об'єктом оцінки було обрано ту ж саму квартиру, яка розташована в Жовтневому районі по вулиці Ракітіна, 15. Квартира має 3 кімнати, площа 77м², знаходиться на 4 поверсі чотирьохповерхового будинку. Будинок побудовано в 1965-1969 роках, стіни з цегли. Район розташування має відмінну транспортну інфраструктуру, у пішій доступності парк, річка та магазини.

Для визначення вартості об'єкта нерухомості використовується методичний підхід, що ґрунтується на зіставленні цін продажу об'єктів аналогів. Далі за шкалою «1-9» було проставлено значення для всіх об'єктів-аналогів (табл.3.3) відповідно до обраних екологічних чинників, а саме:

1. Віддаленість від промислової зони мінімум на 2 км;
2. Віддаленість від постів моніторингу за атмосферним повітрям;
3. Наявність рекреаційної зони поруч з будинком;
4. Привабливе архітектурне середовище;
5. Віддаленість від сміттєзвалища.

Таблиця 3.3

Шкала значень екологічних чинників

Назва об'єкта	Екологічні чинники					Ціна 1м ² , грн
	Віддаленість від промислової зони мінімум на 2км	Віддаленість від постів моніторингу	Наявність рекреаційної зони поруч з будинком	Привабливе архітектурне середовище	Віддаленість від сміттєзвалища	
Об'єкт оцінки	9	8	8	7	8	
Аналог 1	6	6	9	4	2	13121
Аналог 2	4	6	9	5	4	8582

Продовження таблиці 3.3

Аналог 3	5	5	9	5	7	8277
Аналог 4	5	8	8	6	8	11739
Аналог 5	9	8	9	8	9	13452
Аналог 6	9	9	9	8	9	13319

Так як об'єкт оцінки не змінився, всі його показники також залишаються без змін, окрім віддаленості від постів моніторингу. В період серпня-вересня 2021 року, у місті працювали всі стаціонарні пости спостереження за атмосферним повітрям. Найближчий до об'єкту оцінки знаходиться на відстані 1.5 км.

Далі за всіма екологічними показниками створюємо матриці ΔX та ζ :

$$\Delta X = \begin{cases} 1-3 & -2 & 1-3 & -6 \\ 1-5 & -2 & 1-2 & -4 \\ 1-4 & -3 & 1-2 & -1 \\ 1-4 & 0 & 0-1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{cases}$$

$$\zeta = \begin{cases} 13121 \\ 8582 \\ 8277 \\ 11739 \\ 13452 \\ 13319 \end{cases}$$

Обернена матриця до ΔX :

$$\Delta X^{-1} = \begin{cases} 0,76 & -0,88 & -0,47 & 1 & 2,23 & -1,64 \\ 0,26 & -0,38 & 0,03 & 0 & 0,23 & -0,14 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ -0,38 & 0,44 & 0,73 & -1 & -2,11 & 2,32 \\ -0,29 & 0,64 & -0,58 & 0 & 1,29 & -1,05 \\ -0,09 & -0,20 & 0,32 & 0 & -0,41 & -0,14 \end{cases}$$

Далі обраховуємо C_3 (оцінна вартість земельної ділянки), для цього необхідно дані оберненої матриці помножити на середні ціни за 1 м^2 об'єктів аналогів:

$$C_3 = \begin{cases} 15423,41 \\ 1627,91 \\ -133 \\ -4390,33 \\ 254,86 \\ -7628,63 \end{cases}$$

де, 15423,41 – це середня ринкова вартість 1 м^2 об'єкта нерухомості.

Отже, вартість об'єкта оцінки на серпень-вересень 2021 р. складає :
 $15423,41 \text{ грн.} \cdot 77 \text{ м}^2 = 1\,187\,602 \text{ грн.}$

Інші елементи матриці C_3 означають:

6. 1627,91 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшенні віддаленості від промислової зони;
7. -133 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшення віддаленості від постів моніторингу за атмосферним повітрям;
8. -4390,33 – поправка до вартості 1 м^2 у разі наявності рекреаційної зони поруч з будинком;
9. 254,86 – поправка до вартості 1 м^2 у разі наявності привабливого архітектурного середовища;
10. -7628,63 – поправка до вартості 1 м^2 у разі збільшення віддаленості від сміттєзвалища.

За результатами оцінки об'єкта нерухомості станом на серпень-вересень 2021 р., вартість квартири вище на 342 114 грн., що становить майже 29%. Можна зробити висновок, що через російську агресію ринок нерухомості зазнав великих змін, які досить негативно вплинули на вартість вторинних пропозицій у місті.

Отже, після проведення аналізу вторинного ринку нерухомості міста Кривий Ріг та вплив екологічних чинників на нього, було виявлено, що

вторинний ринок нерухомості міста дуже розвинений та має багато пропозицій, але ціноутворення у Кривому Розі залежить не тільки від екологічних факторів. Дослідження показало, що найбільші ціни у місті на нерухомість в Центральньо-Міському та Саксаганському районах, але показники якості повітря та викиду газів з металургійних підприємств станом на 05.05.2023 р. були перевищені, що становить шкоду для населення районів.

Проаналізувавши всі чинники, які формують ринок нерухомості, було створено картосхему зон по комфортності життя у місті Кривий Ріг, де виділено 3 зони – комфортну, менш комфортну та некомфортну.

Також було розраховано вартість об'єкта нерухомості з поправками на екологічні чинники, для цього було використано порівняльний метод. За результатами дослідження ціна трьохкімнатної квартири у Жовтневому районі міста Кривий Ріг на травень 2023 р. складає – 845 488,49 грн.

Для аналізу впливу російської агресії також було розрахована вартість вищезазначеного об'єкта станом на серпень вересень 2021 року. За результатами оцінки станом на 2021 р., вартість квартири становить 1 187 602 грн. (рис. 3.16).

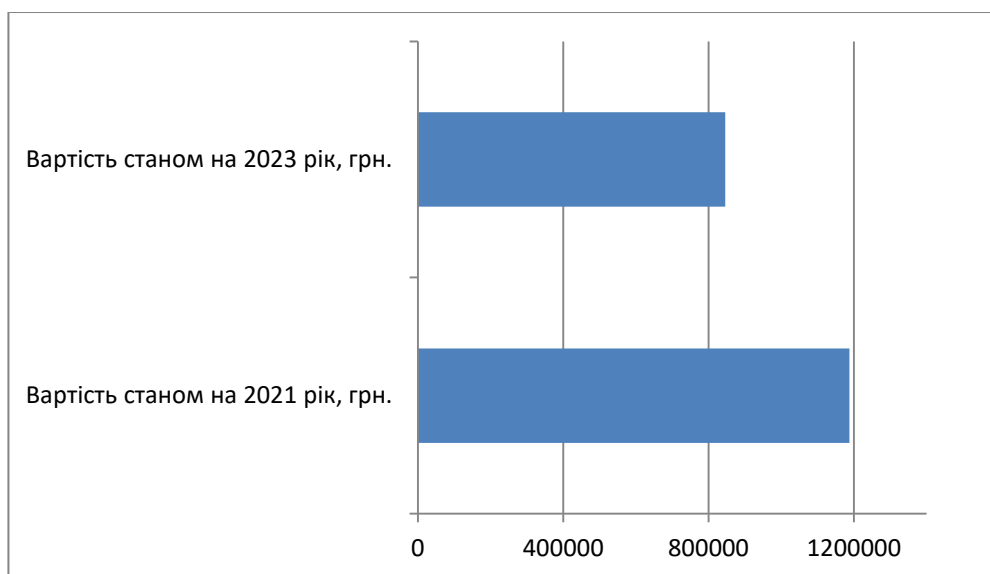


Рис.3.16 – Зміна вартості об'єкта нерухомості під впливом російської агресії

Отже, війна має серйозний вплив на економіку та ринок нерухомості України. Военні дії призвели до руйнування будівель та інфраструктури, зміни власності на нерухомість, зміни в попиті та пропозиції на ринку нерухомості. Люди, які живуть в регіонах наближених до активних бойових дій, вимушені залишити свої домівки і переселитися в інші міста. Це може привести до зниження цін та попиту на нерухомість в цих районах, а також до зростання попиту на нерухомість в інших, більш безпечних регіонах України.

ВИСНОВКИ

Практична значимість обраної теми магістерської кваліфікаційної роботи є дуже висока, адже одним з основних факторів становлення цін на нерухомість є вплив екологічних чинників. В роботі досліджено екологічний стан міста Кривий Ріг – одного з найбільших міст України по чисельності населення. Викиди забруднюючих речовин з об'єктів промисловості міста створюють небезпеку для комфортного життя людей. Моніторинг стану атмосферного повітря проводився з використанням даних станцій, які слідкують за викидами газів та пилу в місто.

Виконано оцінювання загального рівня забруднення атмосферного повітря комплексним показником - індексом забруднення атмосфери, внаслідок чого виконано визначення потенційно небезпечних об'єктів для екології міста Кривий Ріг.

Виконано опрацювання статистичних матеріалів, щодо забруднення міста Кривий Ріг та видів викидів небезпечних речовин, отримано дані зі стаціонарних постів моніторингу за атмосферним повітрям, які є базою для аналізу впливу екологічних чинників на ринок нерухомості.

В ході виконання роботи було проаналізовано вторинний ринок нерухомості та вплив на нього екологічних чинників. Найдешевші пропозиції можна знайти в Тернівському районі, екологічна ситуація в районі межах норми близькість до промислових зон значно знижує вартість квартир, але попит на них створюють працівники металургійних компаній.

Виявлено вплив екологічної шкоди на формування вторинного ринку нерухомості міста Кривий Ріг: найвищі ціни на нерухомість в Центрально-Міському районі, середня ціна за 1м² складає 17628 грн., квартири знаходяться близько до рекреаційних зон та є досить комфортними для життя через розвинену систему інфраструктури. Загалом, вторинний ринок нерухомості міста Кривий Ріг значно розвинений ніж первинний. Існує велика

кількість пропозицій, але попит стрімко знизився після початку російської агресії на території України.

Підсумовуючи аналіз викидів забруднюючих речовин, дослідивши протоколи вимірів шуму та проаналізувавши вторинний ринок нерухомості міста, було створену картосхему зон по комфортності проживання. На картосхемі виділено 3 зони – комфортна для проживання, менш комфортна та некомфортна. До некомфортних зон віднесено території, які близько розташовані до буферної зони підприємств та їх кар'єрів, так як викиди пилу та газів, а також постійний шум та вібрації від вибухів призводять до погіршення умов проживання та стану здоров'я населення міста. Комфортними зонами стали території, які знаходяться відносно далеко від промислових об'єктів, вони мають гарні показники якості повітря, розташовані серед паркових зон та ціни на нерухомість відповідають всім умовам проживання.

Виконана оцінка об'єкта нерухомості порівняльним методом з поправками на екологічні чинники за допомогою використання математичного апарату. Для оцінки було вибрано об'єкт нерухомості в місті Кривий Ріг, який розташований в Жовтневому районі по вулиці Ракітіна, 15. Квартира має 3 кімнати, площа 77m^2 , знаходиться на 4 поверсі чотирьохповерхового будинку. За обраним методом оцінки, необхідно відібрати більше об'єктів-аналогів ніж кількість коефіцієнтів коригування на одиницю. Для виконання дослідження використано шкалу якісних оцінок «1-9», оскільки вона дозволяє врахувати ступінь відмінності і має якнайменше середньоквадратичне відхилення. За результатами дослідження ціна трьохкімнатної квартири у Жовтневому районі міста Кривий Ріг станом на травень 2023 року складає – 845 488,49 грн.

Для аналізу впливу російської агресії також було розрахована вартість вищезазначеного об'єкта станом на серпень-вересень 2021 року. За

результатами оцінки станом на 2021 р., вартість квартири становить 1 187 602 грн., що на 28% більше ніж у 2023 році. Тому можна зробити висновок, що війна має дуже негативний вплив на попит та пропозиції у місті Кривий Ріг, через наближеність до активної лінії фронту.

Отже, наразі ціноутворення об'єктів на ринку нерухомості України не завжди відбувається з урахуванням екологічних показників. Для вирішення цієї проблеми необхідно впроваджувати Міські програми моніторингу за атмосферним повітрям, встановлювати стаціонарні пункти спостереження біля зон промисловості, слідкувати за будівництвом житлових будівель поблизу санітарно-захисних зон підприємств та заводів. Також необхідно створювати закони та стандарти оцінки, за допомогою яких професійні оцінювачі будуть вимушені враховувати екологічні фактори під час проведення оцінки нерухомості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Адаменко, О. М., Адаменко, Я. О., Карпаш, О. М., Міщенко, Л. В., Зорін, Л. О., Зоріна, Н. О., Николяк, М. М. (2007). ГІС-технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою. *Енергетика, контроль та діагностика об'єктів нафтогазового комплексу №1(2)*. 79-82.
- Антонюк, О. П. (2012). Прогнозування залежності рівня захворюваності населення міста Кривий Ріг від впливу техногенного забруднення. *Економічний часопис-XXI*. №1-2. 59-65.
- Баранюк, Н. Д., Гайдук, О. В. (2000). Опыт разработки картографического обеспечения планирования действий в чрезвычайных ситуациях средствами геоинформационных систем. Материалы международной конференции под эгидой организации Черноморского экономического сотрудничества и в кооперации с МЦЧИ, 23–25 мая 2000 г. *Украина, Харьков*, 301-304.
- Губар, Ю., Вовк, А. (2009). Дослідження впливу екологічних чинників на ринкову вартість нерухомості в межах населених пунктів. *Геодезія, картографія і аерофотознімання. Вип. 72. 200*. 102-107.
- Губар, Ю. П. (2007). Застосування математичного апарата в методичному підході, що ґрунтується на зіставленні цін продажу подібних земельних ділянок.
- Доманецька, І. М., Хроленко, О. В., Федусенко, О. В., & Федусенко, А. О. (2012). Впровадження загальнодержавної геоінформаційної системи як інструмент підвищення якості комплексного екологічного моніторингу стану довкілля. *Ways to Improve Construction Efficiency, (27)*, 238-244.
- Дробнич, В. Г., Поп, С. С., Пересоляк, Р. В., Цапулич, О. Т., Карпюк, В. М. (2013). ГІС екологічного моніторингу та комплексного аналізу стану навколишнього природного середовища в Закарпатській області. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування. Вип. 1.*, 166–176.

Дудінова, О. Б., Удовенко, С. Г., Чала, Л. Е. (2020). Інтелектуальна обробка просторових даних в ГІС ландшафтно-екологічного моніторингу.

Дудінова, О. Б. (2021). Методи інтелектуальної обробки просторових даних в геоінформаційних системах екологічного моніторингу. *Автореф. дис. (канд.тех.наук)*. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Закон України «Про охорону атмосферного повітря». № 2707-XII від 16.10.1992 р. (1992). Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 50, ст.678. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

Закон України «Про надра». № 132/94-ВР від 27.07.1994 р. (1994). Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 36, ст.340. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>

Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». № 2697-VIII від 28.02.2013 р. (2019). Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст.70. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

Зацерковний, В. І., Кривоберець, С. В., Сімакін, Ю. С. (2009). Використання геоінформаційних технологій в екологічному моніторингу Чернігівської області. *Аграрний вісник ПРИЧОРНОМОР 'Я.–Одеса: ОДАУ*, 82-86.

Зацерковний, В. І., Кривоберець, С. В., Сімакін, Ю. С. (2011). Моніторинг стану природно-ресурсного потенціалу та еколого-економічної збалансованості територій за допомогою ГІС-технологій. *Чернігівський науковий часопис Чернігівського державного інституту економіки і управління. Сер. 2: Техніка і природа*, (1), 84-95.

Звіт про стратегічну екологічну оцінку. рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/storage> – Загол. з екрану.

Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2021 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/storage/> – Загол. з екрану.

Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015-2020 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file> – Загол. з екрану.

Каменева, І. П., Яцишин, А. В., Полішко, Д. О., Попов, О. О. (2008). Комплексний аналіз екологічної безпеки міста на основі сучасних ГІС-технологій. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*, №5 2000. 41-46.

Ковальчук, І. П., Іванов, Є. А., Андрейчук, Ю. М. (2004). Моделювання стану природно-антропогенних систем з використанням ГІС-технологій. *Геодезія, картографія і аерофотознімання 2004. Вип. 65*. 105-110.

Кормишова, А. О. (2016). Промислові підприємства Кривого Рогу їх вплив на екологічний стан міста. *Мат.-ли наук. конф. «Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук»*, 28-29 жовтня, Київ, Україна, 9-11.

Коценко, К. Ф., Коценко, Е. Ф., Дорогунцов, С. І., Хвесик, М. А., Аблова, О. К., Аблова, Е. К., Рудчук, Т. І. (2005). Екологія.

Красовский, Г. Я., Брук, В. В. (2000). Опыт практического применения тематической обработки материалов космических съёмок для решения задач охраны вод. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки.–УкрНДІЕП*, 141-154.

Криваковська, Р. В., Харитонов, М. М., Хлопова, В. М. (2013). Картографування забруднення атмосфери двоокисом азоту та сірки в індустріальних містах Дніпропетровської області. *Екологічна безпека*, (2), 32-35.

Крот, Ю., Ісаєв, С. (2019). Моніторинг атмосферного повітря в місті Кривий Ріг. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Кривий Ріг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.saveecobot.com/maps/kryvyi-rih> – Загол. з екрану

- Салій, І. В., Риженко, Н. О., Засельський, В. Й., Пополов, Д. В. (2020). Дослідження та шляхи поліпшення екомоніторингу в місті Кривий Ріг. *Наук.-практ. журнал. Екологічні науки №5(32)*. 16-22.
- Северин, Л. І., Петрук, В. Г., Безвозюк, І. І., Васильківський, І. В. (2012). *Природоохоронні технології. Частина перша. Захист атмосфери*. Вінниця:ВНТУ
- Соколова, Н. М. (2016). Роль екологічних факторів у визначенні економічної оцінки земельних ресурсів. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, (97), 77-85.
- Сонько, С. П. (2018). Оцінка екологічного впливу промисловості за допомогою ГІС-технологій. Мат.-ли VIII Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку», 18-21 листопада, Ужгород, Україна, 279-282.
- Тарасова, В. В., Данкевич, Є. М., Данкевич, Е. М., Ковалевська, І. М., Ковалевская, И. Н., Данкевич, В. Є., Данкевич, В. Е. (2017). *Екологічне нормування*. Житомир:Євенок О.О.
- Творошенко І. С. (2017). *Конспект лекцій з дисципліни «Геоінформаційні системи в задачах моніторингу» для студентів 1 курсу денної форми навчання спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій*. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
- Триснюк, В. М. (2013). Комплексний аналіз екологічної безпеки регіону на основі статистичної обробки та сучасних ГІС-технологій. *Екологічна безпека та природокористування*, (12), 178-187.
- Харченко, Т. Б. (2015). Вплив екологічного фактору на оцінку вартості нерухомості в Україні. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*, (14), 178-181.

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського.
[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv> – Загол. з екрану

ЄС підтримує співпрацю громадського моніторингу з державним
[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cleanair.org.ua/7375/war-air-round-table/> - Загол. з екрану

Li, J., Pei, Y., Zhao, S., Xiao, R., Sang, X., Zhang, C. (2020). A review of remote sensing for environmental monitoring in China. *Remote Sensing*, 12(7), 1130.

Ustin, S. L. (Ed.). (2004). Manual of remote sensing, remote sensing for natural resource management and environmental monitoring (Vol. 4). John Wiley & Sons.