

Міністерство освіти і
науки України
Національний
технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний факультет

Кафедра

Геофізичних методів розвідки

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Тітова Віталія Павловича

академічної групи 103-16-3 ГРФ

спеціальності 103 Науки про Землю

за освітньо-професійною програмою «Геологія»

на тему ОСОБЛИВОСТІ РАДІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ
ПОБЛИЗУ СХОВИЩ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ В ПЕРЕДМІСТІ
КАМ'ЯНСЬКОГО

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Тяпкін О.К.			
Рецензент	Лукінов В.В.			
Нормоконтролер	Лозовий А.Л.			

Дніпро

2020

Зміст

ВСТУП	2
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОБІТ	5
1.1. Особливості господарського та природного комплексу району робіт .	5
1.2. Загальні відомості щодо ядерно-паливного циклу України – ЯПЦ ...	6
1.3. Природно-кліматичні особливості регіону досліджень	11
2 ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	21
2.1 Загальні відомості щодо розвитку елементів ЯПЦ в Промисловому Придніпров'ї	21
2.2. Радіаційне забруднення в результаті діяльності Східного гірничо- збагачувального комбінату (СхідГЗК)	26
2.3. Підземне заховання залишкових розчинів на Девладівському родовищі уранових руд	31
2.4. Радіаційне забруднення в результаті діяльності виробничого об'єднання "Придніпровський хімічний завод" (ПХЗ)	35
2.5 Сумарне техногенне навантаження на територію м. Кам'янське та його околиці	42
3 ЗАГАЛЬНИЙ ВПЛИВ ХВОСТОСХОВИЩ ПХЗ НА РАДІОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ В ПЕРЕДМІСТІ КАМ'ЯНСЬКОГО	47
3.1. Загальні відомості щодо шляхів радіологічного впливу хвостосховищ ПХЗ на основні компоненти довкілля	47
3.2. Участь атмосферного повітря у розповсюдженні радіологічного впливу хвостосховищ ПХЗ на прилеглі території	48
3.3. Радіологічних вплив на водне середовище	59
ВИСНОВКИ	71

ВСТУП

На сьогоднішній день основою сталого розвитку як України, так і інших сучасних країн світу є вироблення та споживання електроенергії. Вироблення електроенергії в Україні зростає кожен рік і за даними на 2018 р. воно становило 159,4 млрд кВт·г, основними споживачами якої були промисловість – 83,8 млрд кВт·г (55,6%), населення – 38,5 кВт·г (25,5%), комунально-побутове господарство – 24,9 кВт·г (16,5%) та сільське господарство – 3,6 кВт·г (2,4%). Більше 40% цієї енергії було виготовлено АЕС. Також електроенергія вироблена в Україні використовується не тільки за для власного використання, а також як об'єкт експорту за кордон, що робить електроенергію джерелом не тільки фінансового благополуччя країни, а й одним з факторів, який суттєво впливає на політичні відносини із сусідніми країнами. У цьому ключі Україна звертає велику увагу на збільшення обсягу видобутку і переробки необхідних для стабільного виробництва електроенергії корисних копалин (енергетичних ресурсів). Ці ресурси (як у сировинному вигляді, так і збагачені) також займають вагомe положення у економіці України, як у експортному так і у імпортному секторах. Але по при значний внесок кожного з комплексів до фінансового благополуччя країни, кожен з них має ряд екологічних проблем, які можуть спричинити руйнівний вплив на населення і довкілля.

Особливо це стосується відходів видобутку і переробки енергетичних ресурсів ядерно паливного циклу (ЯПЦ) тому що, недостатньо налагоджена система контролю, переробки і утилізації відходів на всіх етапах технологічного процесу призвела до їх накопичення в верхній частині геологічного середовища, яка знаходиться під впливом багатьох природних чинників і може бути джерелом негативного впливу на розвиток господарської діяльності і на здоров'я людини. Особливо вважаючи на те що більшість з об'єктів, призначених для переробки, утилізації та захоронення

відходів, було утворено ще у 70-80 роки минулого сторіччя, що робить їх морально застарілими та неефективними зважаючи на сучасні екологічні реалії і екологічні вимоги. Це потребує впровадження сучасних та ефективних технологій зниження обсягів утворення відходів на всіх стадіях промислового циклу, поліпшення процесів їх утилізації та захоронення.

У той же час вже зараз необхідно створити багаторівневу комплексну систему екологічного моніторингу геологічного середовища із обов'язковим потужним радіологічним блоком.. Це дозволить оцінити сучасний та спрогнозувати можливий вплив об'єктів ЯПЦ на довкілля і людину, надати інформацію щодо шліхів поліпшення стану цих об'єктів та подальшого впровадження, більш ефективних технологій поводження з відходами ЯПЦ.

Метою дипломної роботи є оцінка регіонального та локального радіологічного стану територій у зв'язку із наявністю сховищ радіоактивних відходів (на прикладах центральної частини Промислового Придніпров'я та передмісті Кам'янського для впровадження комплексу геофізичних методів у геоекологічний контроль та моніторинг ореолів радіоактивного розсіювання від сховищах відходів ЯПЦ.

Виходячи з поставленої мети у роботі вирішуються наступні задачі:

- розгляд моделей розповсюдження радіоактивного забруднення від об'єктів ЯПЦ (в першу чергу хвостосховищ відходів переробки уранової сировини);
- виявлення джерел впливу цих хвостосховищ на населення, на населення та оцінка цього впливу.
- детальне дослідження впливу хвостосховищ на основні компоненти довкілля, прилеглих до їх території;
- обґрунтування ефективності комплексних геофізичних досліджень для вирішення поставлених задач.

Об'єктом досліджень є території, прилеглі до сховищ радіоактивних відходів (хвостосховищ) колишнього Придніпровського хімічного заводу, які

розташовано біля сел. Сухачівка у передмісті Кам'янського, а предметом досліджень є оцінка радіологічного стану основних компонентів довкілля цих територій.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ РОБІТ

1.1. Особливості господарського та природного комплексу району робіт

Площа досліджень розташована в центральній частині Промислового Придніпров'я (Рис. 1.1). На території цього регіону на базі чорної металургії сформувався потужний промисловий комплекс. Просторовою передумовою зародження комплексу слугував факт знаходження регіону між вугільними родовищами Донбасу і залізородними родовищами Кривбасу, а також родовищами марганцевих руд в районі м. Нікополь, Марганець, Орджонікідзе. Важливим фактором також є безпосередній доступ до однієї з головних річок (водних артерій України) – Дніпро. По річковій системі Дніпра також можливий вихід до Чорного і Азовського морів.



Рисунок 1.1 – Оглядова карта району робіт (червоним – район досліджень)

У циклі чорної металургії Промислового Придніпров'я функціонують сучасні підприємства, на яких виробляється чавун, сталь, прокат, феросплави. Основні підприємства розташовані у Кривому Розі, Дніпрі, Запоріжжі, Кам'янському і Нікополі. Високого рівня розвитку досягло в регіоні трубне виробництво (мм. Дніпро, Новомосковськ, Нікополь). Загалом у регіоні розміщено 14 великих металургійних підприємств, які складають майже половину виробництва чорної металургії України (Рис.1.2-1.3).



Рисунок 1.2 – Просторовий розподіл господарського комплексу в цілому в регіоні досліджень.

1.2. Загальні відомості щодо ядерно-паливного циклу України – ЯПЦ

У 70 роки минулого століття, різко виріс попит на ядерну енергетику як на найбільш ефективний аналог існуючим на той час джерелам видобутку

електроенергії. На сьогоднішній час за кількістю реакторів та їх сумарною потужністю Україна посідає восьме місце у світі та п'яте в Європі. При наявності в Україні п'яти атомних електростанцій потужністю 11800 МВт (на початок ХХІ століття), уран почав відігравати значну роль у забезпеченні країни електроенергією. Його частка у виробництві електроенергії, в порівнянні з іншими енергоносіями, постійно зростає і досягла >45% та майже зрівнялась з часткою ТЕС, на яких 19 млн кВт потужностей із 36 вимагають ремонту чи реконструкції.

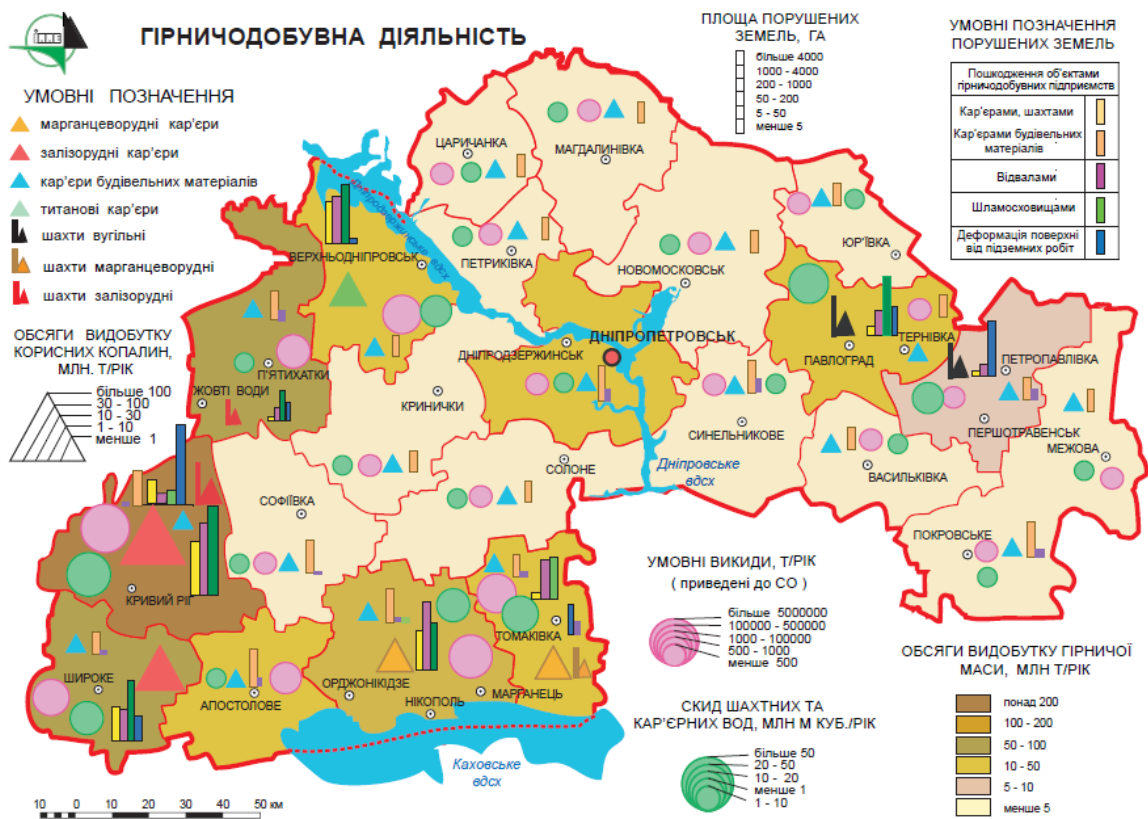


Рисунок 1.3 – Просторовий розподіл гірничого виробництва в регіоні досліджень.

Сам ЯПЦ являє собою дуже складний процес: видобування і переробка руди, збагачення руди, виготовлення ядерного палива, створення паливних

елементів і збірок, їх регенерація та захоронення вигорілого палива та радіоактивних відходів (Рис. 1.5).

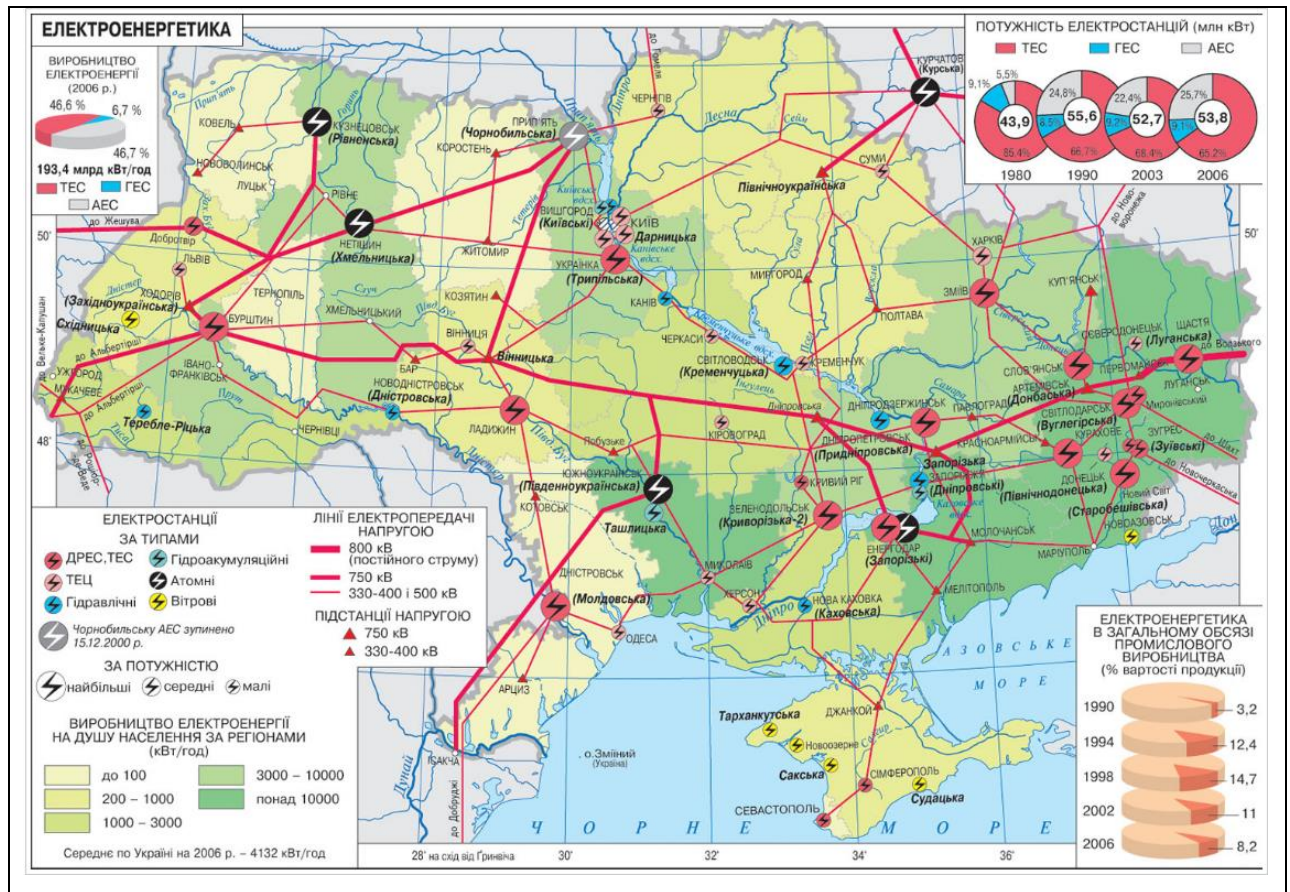


Рисунок 1.4 – Розташування основних виробників електроенергії (атомні електростанції чорним кольором).

В цілому для ЯПЦ, як і для іншої високотехнологічної області, характерна наявність ряду екологічних проблем. У загальному випадку виконання геосистемами більшості соціальних функцій пов'язане з різноманітним антропогенним впливом, велику роль в якому можуть грати геофізичні фактори. Серед них особливо виділяється радіологічний чинник – радіоактивне забруднення, викликане не утилізованими відходами підприємств ЯПЦ та наслідками аварій ядерних реакторів.

Як вказано на Рис. 1.5 у схемі ЯПЦ на території України відсутні етапи «Виробництва палива» (Виробництва ТВЕЛ) та «Геологічного сховища

відпрацьованого палива та відходів уранового виробництва». Ці етапи ЯПЦ раніше проходили на підприємствах та територіях інших республік колишнього СРСР.

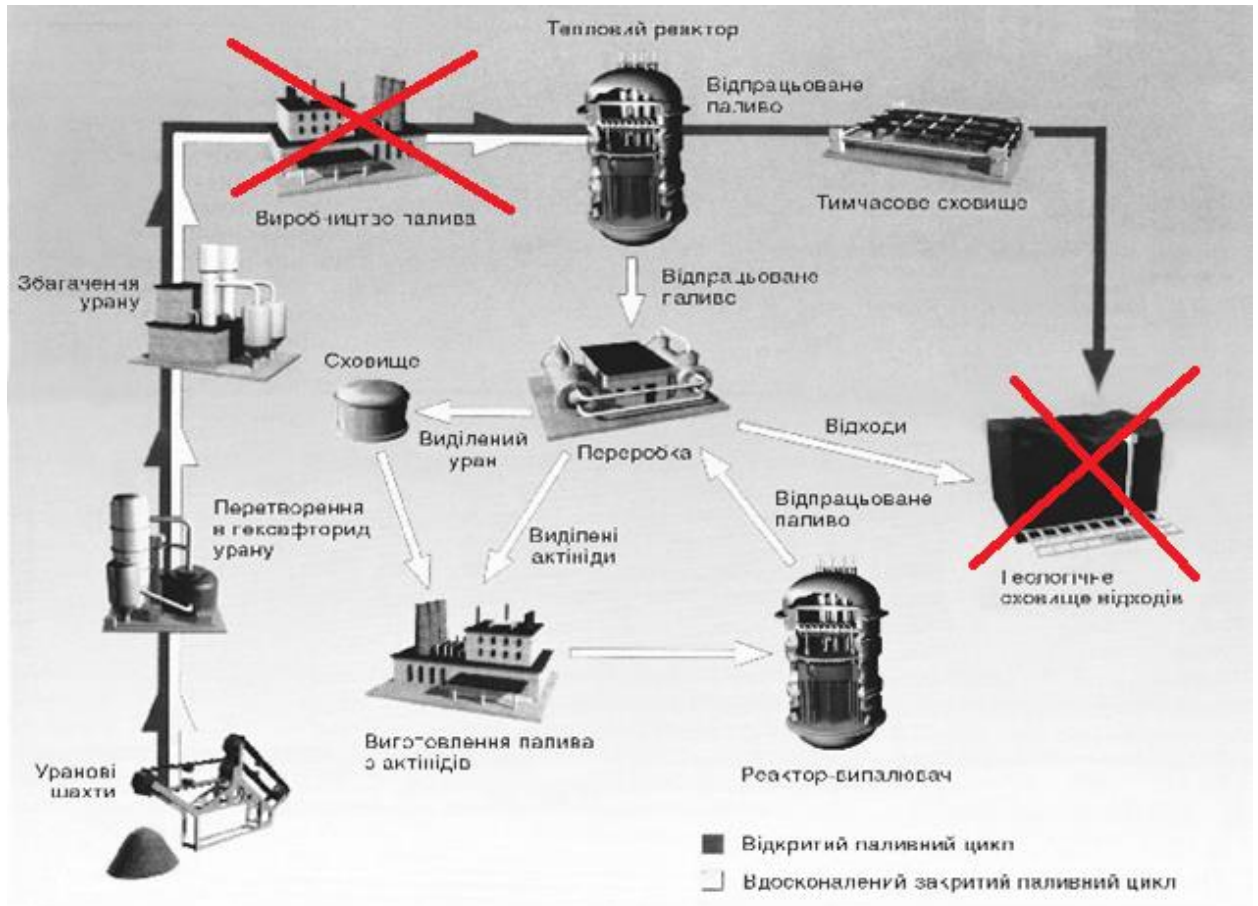


Рисунок 1.5 – Типова схема ядерно-паливного циклу (червоним перекреслені етапи відсутні на території України).

Відсутність виробництва ТВЕЛ призвело до необхідності закупівлі їх у держав виробників. А відсутність постійних геологічних сховищ ядерних відходів була вирішена шляхом більш довгострокового утримання відходів у тимчасових сховищах, іноді навіть відкритого типу (зокрема хвостосховища).

Хвостосховище – це гідротехнічна споруда, комплекс спеціальних споруд та обладнання, які призначені для складування або захоронення радіоактивних, токсичних та інших відвальних відходів збагачення корисних

копалин (Рис.1.6). Подібний тип утримання відходів збагачення корисних копалин, а особливо радіоактивних, призводить до незворотного забруднення навколишнього середовища.



Рисунок 1.6 – Приклад хвостосховища (на передньому плані згущувач пульпи, на задньому саме хвостосховище)

Після катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 р. були внесені значні корективи до норм та вимог до радіаційної безпеки, а АЕС та інші підприємства і об'єкти ЯПЦ стали користуватися підвищеною увагою та інтересом як зі сторони керуючих і контролюючих органів влади, так і вчених. Так зокрема в регіоні досліджень почалась розробка системи регіонального комплексного екологічного моніторингу СЕМ «Придніпров'я», в якій передбачається досить потужний радіологічний блок. В той же час не

всі об'єкти колишнього ЯПЦ потрапили під постійний радіологічний контроль, хоча вони продовжують впливати на навколишнє середовище. Особливу небезпеку для довкілля і населення серед таких об'єктів на території України становлять хвостосховища радіоактивних відходів, які розташовані безпосередньо поряд з місцями проживання великої кількості населення. Прикладом цього в регіоні досліджень можуть слугувати подібні об'єкти колишнього «Придніпровського хімічного заводу» (ПХЗ), розташованого у м. Кам'янське.

1.3 Природно-кліматичні особливості регіону досліджень

Згідно з фізико-географічним районуванням територія регіону в цілому відноситься до північно-степової підзони степової зони південного заходу Східноєвропейської рівнини (Рис.1.7). Клімат району робіт помірно-континентальний і характеризується спекотним літом (іноді посушливим) і холодною зимою. Середньорічна температура $+8,5^{\circ}\text{C}$, абсолютний максимум $+40^{\circ}\text{C}$, абсолютний мінімум -38°C .

Найбільш холодний місяць – січень, середня температура якого становить $-5,4^{\circ}\text{C}$, а найбільш жаркий місяць – липень, з середньою температурою $+22,3^{\circ}\text{C}$. Середньорічна кількість опадів становить 558 мм. Сніговий покрив невисокий і не стійкий, період із сніговим покривом трохи більше 2 місяців. Висота снігового покриву в середньому становить 12 см. Нормативна глибина промерзання ґрунтів району 0,85 м.

Згідно з розою вітрів (Рис.1.8) на даній місцевості приблизно рівномірно розподілені швидкості і напрямки вітрів в межах року з сильними південно-східними і східними вітрами, що і провокують засухи.



Рисунок 1.7 – Фізико-географічні умови регіону досліджень

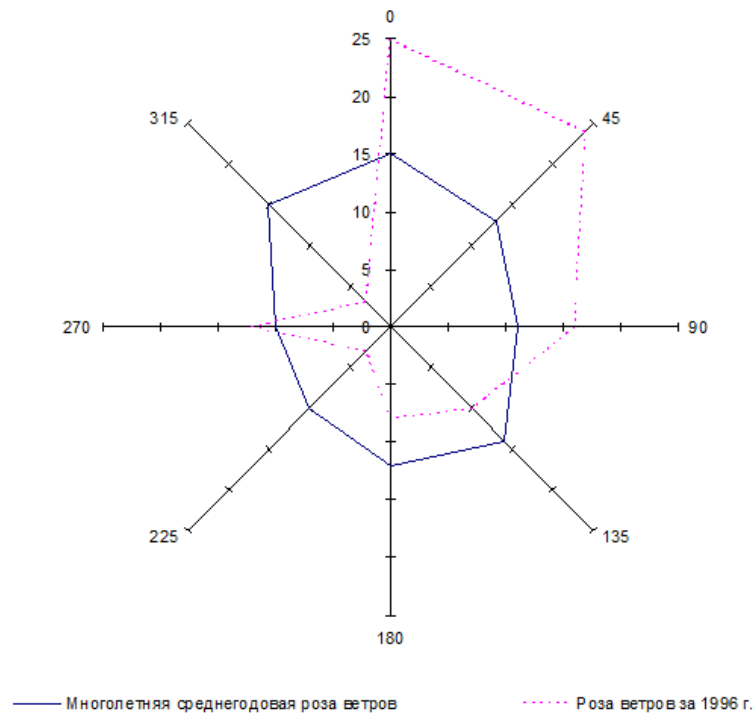


Рисунок 1.8 – Роза вітрів у районі м. Дніпро, Кам'янське (у %): багаторічна (суцільною лінією) та конкретна вибіркова річна на початку XXI століття (пунктирною лінією).

Орогідрографія. Регіон досліджень розташований на південному заході Східноєвропейської платформи і являє собою хвилясту рівнину з перепадом висот ~200 м. Загальні риси рельєфу визначаються особливостями геологічної будови (Рис.1.9).



Рисунок 1.9 – Фізичні умови регіону досліджень

Головною водною артерією території, як і всієї України, є Дніпро, що перетинає регіон з північного заходу на південний схід. Протяжність цієї річки в межах Дніпропетровської області складає 261 км. Правий берег з великими висотними відмітками, сильно подрібнений долинами річок глибиною до 3-20 м. Лівий берег – з меншими відмітками висоти. Грунтові води розташовані на глибині 1-5 м. Найбільшими притоками Дніпра є Орель, Самара з Вовчою (ліві притоки) і Інгулець (правий).

На території регіону досліджень, всі річки відносяться до рівнинного типу, переважно снігового живлення. В його межах знаходяться ділянки Кам'янського, Запорізького і Каховського водосховищ.

Озер небагато і переважно невеликого розміру. Розташовані в долинах Дніпра, Самари, Орелі. Рослинність – типова степова центральної частини України. Лісів мало. Основні населені пункти міста Дніпро та Кам'янське. Дорожня мережа розвинута. Основні залізничні лінії: П'ятихатки–Верхівцево–Нижньодніпровськ–Вузол. Вздовж залізничних ліній – автостради: Дніпро–Кривий Ріг, Дніпро–Кам'янське, Дніпро–Запоріжжя.

Геологічна будова. Територія регіону має складну геологічну будову. Ділянка досліджень, найбільш техногенно навантажена, знаходиться в межах Середньопридніпровського блоку Українського щита. Українському щиту відповідає геоморфологічна область – Придніпровська височина. Абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах 80-165 м (Рис.1.9).

В геологічній будові району беруть участь кристалічні породи докембрію, осадова товща кайнозою (палеозой і неоген) і відкладення четвертинної системи. Породи докембрію представлені гранітами, біотитовими гнейсами, граніто-гнейсами і мігматитами. Нерівна поверхня кристалічного фундаменту місцями покрита корою вивітрювання, що представлена дресвою, потужністю – до декількох метрів, і первинними каолінами потужністю до 20 м.

Відкладення кайнозою на території мають широке поширення. Представлені потужною товщею палеогенової і неогенової систем, що залягають на розмитій поверхні докембрійських утворень.

Породи київської свити трансгресивно перекривають відкладення бучацької свити. Літологічно представлені тонким світлим блакитно-сірим мергелем, а також вуглистими глинами. Загальна потужність відкладень сягає 30-43 м. Породи харківської свити поширені повсюдно на північ від р.Дніпро, представлені, в основному, морською фацією. Літологічно

виражені одноманітною товщею кварцево-глауконітових і глауконіто-кварцевих пісків сірувато-зеленого і зеленувато-сірого кольору. А також товщею глини і пористих пісковиків. Глини харківського ярусу сірувато-зелені, щільні, дуже в'язкі, слюдяні, сланцеваті, місцями тонкопісчані.

Неогенова система представлена товщею дрібнозернистих та пилюватих пісків. Міоцен представлений відкладеннями полтавської свити і середньосарматського під'яруса. Полтавська свита представлена світлосірим дрібно-зернистими глинистими пісками потужністю 27-54 м. Залягають вони на піщано-глинистих відкладах харківської свити палеогену. Середньосарматський під'ярус розповсюджений локально. Представлений строкато-кольоровими глинами з прошарками дрібнозернистих пісків. Потужність цих утворень не перевищує 6-8м.

Пліоцен-нижньочетвертинні відкладення (товща червоно-бурих і бурих глин). На території досліджень поширені широко і відсутній лише в заплавах річок і днищах балок; потужність 3-30 м. Глини червоно-бурі, жовто-бурі, коричнево-червоні, щільні, в'язкі .

Четвертинна система в межах терас р. Дніпро представлена середнім і верхнім відділами, до середнього відділу відноситься нижня частина алювіальних пісків, що залягають на відкладеннях харківської свити. До верхнього відділу віднесені алювіальні піски другої та першої надзаплавних терас р. Дніпро і суглинки другої надзаплавної тераси.

Відкладення середнього відділу розвинуті не широко в межах другої тераси. В основному крупність зерен має диференціацію по глибині. Нижній шар потужністю 2-4 м, флювіогляціального генезису, представлений сірими різнозернистими пісками з гравієм і галькою. Вище залягають алювіальні тонко- і дрібнозернисті піски світло-сірі з жовтуватим або блакитнуватим відтінком. Верхню частину розрізу середньочетвертинних відкладень складають супіски і суглинки потужністю до 7 м. До верхнього відділу відносяться алювіальні піски в основному кварцові, жовтувато-сірого

кольору, місцями охристі. У вертикальному розрізі спостерігається деяка закономірність у сортуванні пісків за механічним складом: верхня частина товщі складена дрібно- і тонкозернистими пісками, пілуватими, в середній частині переважають більш грубозернисті різновиди. Нижня частина, як і верхня, представлена дрібно- і тонкозернистими пісками. Потужність алювіальних відкладень змінюється від 8 до 30 м. Верхню частину розрізу верхньочетвертинних відкладень складають лесовидні суглинки, що переходять у супісок. Загальна потужність четвертинних відкладень 5-39 м.

Гідрогеологічна будова. У районі досліджень найбільшого поширення набули водоносні горизонти в четвертинних алювіальних і лесових, а також неогенових відкладеннях. Водоносний горизонт в алювіальних відкладеннях повсюдно поширений в долині р.Дніпро в межах заплави і надзаплавних терас, а також в долині р.Сухая Сура і гирлах прилеглих балок.

Водовмісна товща складається з алювіальних різнозернистих пісків, рідше супесей, суглинків, мулів потужністю 2-30м. До складу єдиного обводненого середовища також входить нижня частина насипних техногенних ґрунтів, що покривають алювіальні відкладення на заплаві і I надзаплавній терасі, нижня частина лесових відкладень, що покривають алювіальні ґрунти в межах II, III і IV надзаплавних терас, і тріщинуваті кристалічні породи, що підстилають алювіальні відкладення. Коефіцієнт фільтрації водовмісних порід змінюються в межах від 0,02-0,06 м/добу в супісках і суглинках – до 27-200 м/добу в тріщинуватих кристалічних породах і гравелістих пісках.

Алювіальний водоносний горизонт – перший від поверхні, безнапірний. Глибина залягання змінюється від 30 м на високих надзаплавних терасах правобережжя до 0 м на знижених ділянках заплави і I надзаплавної терасі, де він виходить на поверхню. У лівобережній частині зони спостережень алювіальний горизонт залягає на глибинах 0-5м. Напрямок потоку ґрунтових вод в сторону р. Дніпро, де відбувається його розвантаження. Харчування

горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, потоку вод з розташованих вище по рельєфу водоносних горизонтів, а також витоків з підземних комунікацій і поверхневих водойм, відстійників, хвостосховищ, шламонакопичувачів та інших джерел. Практично вся площа алювіального водоносного горизонту на правобережжі Дніпра перебуває в межах промислової і селітебної зони м. Кам'янське, що відбивається на хімічному складі горизонту та його забрудненні. Хімічний склад алювіального водоносного горизонту змінюється від гідрокарбонатно-сульфатного натрієво-магнієвого до сульфатно-гідрокарбонатного магнієво-натрієвого з сухим залишком в основному до 1,5 г/дм³, а в межах виробничих майданчиків до 3-5,3 г/дм³. В межах виробничих майданчиків ПХЗ в алювіальному водоносному горизонті відзначається перевищення в 1,5-1300 разів ГДК для питної води ряду макро- і мікрокомпонентів: іонів натрію, амонію, кадмію, заліза, сульфатів, нітратів, нітритів, алюмінію, кобальту, літію, свинцю, бору, фтору, ванадію, кремнію, поліфосфатів, нафтопродуктів, окислюваності, загальної жорсткості, сухого залишку.

Основними джерелами забруднення водоносного горизонту є: фільтрація забруднених шламових вод; інфільтрація атмосферних опадів через товщу забруднених насипних ґрунтів, що складають верхню частину розрізу в межах виробничих майданчиків; процеси окислення і вилугування (в заплавних відкладеннях містять велику кількість органіки і водорозчинних солей); побутове забруднення (Рис.1.10).

Водоносний горизонт в лесових відкладеннях повсюдно поширений на більшій частині досліджуваного району в межах плато і його схилів. Водовмістні породи – лесові супіски і суглінки. залягають на слабопрониклих верхньонеоген-ніжньочетвертинних глинах. Середній коефіцієнт фільтрації становить 0,09 м/доб. Горизонт перший від поверхні, безнапірний.

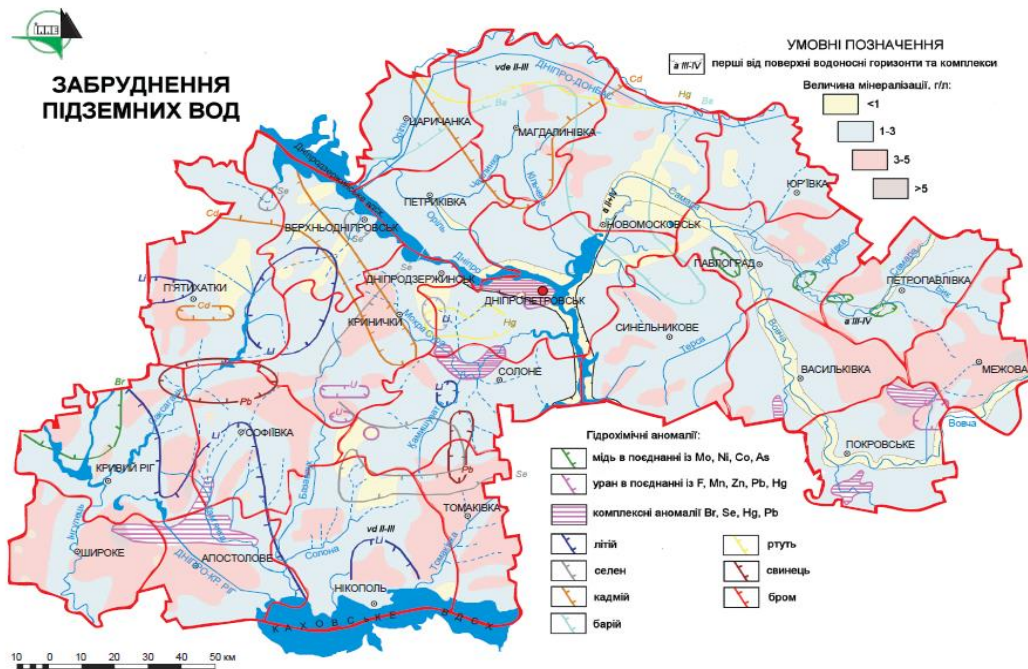


Рисунок 1.10 – Забруднення підземних вод регіону досліджень

Глибина залягання змінюється в межах від 0,8-3 м на підтоплених ділянках в межах промислової і селітебної зон м. Кам'янське до 40 м на вододілах. Напрямок потоку ґрунтових вод в сторону днищ балок і долини р. Дніпро, де відбувається основне розвантаження горизонту в нижчележачі водоносні горизонти. Харчування горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. В межах промислової і селітебної зон, а також поблизу відстійників і хвостосховищ, горизонт отримує додаткове харчування за рахунок витоків. Хімічний склад горизонту дуже різноманітний і мінливий. Відзначається вміст цілого ряду мікро- і макрокомпонентів в концентраціях перевищують ГДК для питної води в 1,1-161 раз: сухого залишку, загальної жорсткості, окислюваність, іонів натрію, амонію, хлоритів, сульфатів, нітратів, нітритів, барію, свинцю, миш'яку, літію, кадмію, алюмінію, бромю, кремнію, фтору, нікелю, марганцю, титану.

Забруднення лесового горизонту має як техногенні, так і природні причини. Техногенними причинами є: фільтрація шламових вод з виробничих комунікацій, відстійників, шламонакопичувачів і хвостосховищ

ПХЗ, ПО "ДніпроАзот". фільтрація господарсько-побутових стоків з підземних комунікацій в межах промислової і селітебної зон; інфільтрація атмосферних опадів через забруднені ґрунти в районі проммайданчиків підприємств. Природними причинами забруднень є лесові ґрунти і ґрунти, які містять у вигляді розчинних солей, розчинні мінерали або поглинуті комплекси значних частин речовин, що відносяться до пріоритетного ряду забруднювачів: Ca, Mg, Na, Cl, S, Fe, Si, F, Al, Ba, Br, Li. Ступінь хімічного забруднення лесового горизонту за сумарним показником забруднення (Кс) речовинами 1 та 2 класу небезпеки практично повсюдно класифікується як висока і надзвичайно висока ($K_c > 3$) згідно СанПіН 4630-88.

Водоносний горизонт в лесових відкладеннях використовується окремими колодзями в сел. Карнауховка, Таромське і Соцгороді, а також в сел. Николаївка і Долинському за межами зони спостереження. Водозабірні споруди на лесовому водоносному горизонті відсутні.

Водоносний горизонт в неогенових відкладеннях повсюдно поширений в межах плато і його схилів та є другим від поверхні. Від вище лежачого лесового горизонту відділений шаром слабопрониклих верхньонеоген-нижньочетвертинних глин за винятком днищ балок, де шар розмитий. І лесовий і неогенових горизонти мають загальний рівень.

Водовмістна товща представлена дрібними і пилюватими пісками, місцями вапняками полтавської свити, що залягають на глинистих відкладеннях неогену, палеогену або кори вивітрювання кристалічних порід. Середній коефіцієнт фільтрації становить 6,5 м/доб.

Горизонт залягає на глибинах від 5 м, в днищах балок, до 100 м на вододілах. Потік підземних вод спрямований на північ, північний схід і схід у бок долин річок Дніпро і Мокра Сура, що є областю розвантаження горизонту. Водоносний горизонт в неогенових відкладеннях характеризується більш стабільним хімічним складом і мінералізацією. Хімічний склад в основному сульфатно-гідрокарбонатний натрієво-

магнієвий, рідше гідрокарбонатно-сульфатний магнієво-натрієвий з сухим залишком від 1 г/дм³ до 4-12,9 г/дм³ (поблизу хвостосховищ). У хімічному складі горизонту відзначається перевищення ГДК для питної води по ряду мікро і макро компонентів: сухому залишку, загальної жорсткості, іонів натрію, амонію, хлоридів, сульфатів, нітратів, нітритів, барію, свинцю, миш'яку, літію, кадмію, алюмінію, бромю, фтору, нікелю, цинку, марганцю, титану.

Раніше води неогенового горизонту використовувалися для госпитного водопостачання невеликих об'єктів в сел. Таромське, Сухачівка, Орджонікідзе за допомогою окремих водозабірних свердловин. Нині свердловини не використовуються у зв'язку з низькою обводненістю горизонту. На схилах балок в сел. Таромське неогенових горизонт каптується декількома колодязями з незначним дебітом. Значний внесок у забруднення техногенного і алювіального горизонтів вносять: нітрат-іон, хлор-іон, сульфат-іон, натрій і калій, концентрації яких перевищують ГДК в питній воді від 10 до 100 разів, а також трасерними елементами: свинцем, марганцем та іншими.

2 ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

2.1 Загальні відомості щодо розвитку елементів ЯПЦ в Промисловому Придніпров'ї

З 70-років ХХ століття швидко збільшився внесок атомної енергії в виробництві електроенергії і зараз розвиток вітчизняних елементів ЯПЦ відноситься до числа важливих напрямків стратегічного планування, які забезпечують національну безпеку країни за паливно-енергетичними показниками. Тривалий час ЯПЦ забезпечує істотну частину загального виробництва електроенергії в Україні (>40%), що робить його стабільне функціонування важливою умовою сталого розвитку економіки як регіонів, так і всієї країни. Також на основі результатів аналізу опублікованої інформації потрібно відзначити наступні позитивні аспекти ядерної енергетики. Багаторічний досвід експлуатації об'єктів ядерної енергетики свідчить, що в штатному режимі їх радіаційний вплив незначний у порівнянні з природним фоном і не робить істотного впливу на дози опромінення населення і біоти, тоді як викиди теплоелектростанцій (ТЕС) викликають постійне і суттєве забруднення навколишнього середовища. Також слід зазначити, що більш ніж 90% енергоблоків сучасних ТЕС вже виробили свій розрахунковий ресурс (100 тис. годин). Також ядерна енергетика на відміну від енергетики на органічному паливі не викличе порушень біогеохімічних циклів кисню, вуглекислого газу, сірки, азоту. Це пов'язано з тим, що «спалювання пального» в реакторі відбувається без окислювачів, тобто не вимагає витрат кисню. Розвиток ядерної енергетики сприяє реалізації концепції сталого розвитку, забезпечуючи значне скорочення споживання невідновних органічних ресурсів. Тому одними з ключових напрямків стратегічного планування на період до 2030 року та

подальшу перспективу є продовження терміну експлуатації діючих АЕС і перспективне будівництво в ядерній енергетиці.

Разом з цим, необхідно відзначити, що для ЯПЦ в цілому, як і для будь-якої іншої високотехнологічної галузі, характерна наявність ряду (в т.ч. екологічних) проблем, які викликані наступним. Складне становище в світовій атомній енергетиці (зростання споживання урану на тлі низької ціни, яка стримує зростання виробництва первинної продукції, значний дефіцит між виробництвом і споживанням, скорочення як підтверджених запасів урану в надрах, так і його заскладованих запасів) і зміни кон'юнктури (попиту) на уранову сировину істотно перешкоджають соціально-економічному розвитку регіонів, де відбувається видобуток і первинна переробка уранової сировини.

В першу чергу це стосується Дніпропетровської області (центру Промислового Придніпров'я), де радіоекологічна ситуація за своєю складністю і небезпекою для біотичних компонентів довкілля і здоров'я населення, в тому числі майбутніх поколінь, не має аналогів на Україні. Обумовлено це тим, що на території області, протягом більше 50 років, здійснювалися такі виробничі та технологічні процеси: копальнева розробка уранових родовищ; підземне вилуговування уранових руд; доменна виплавка уранзалізовмістних руд; вилучення уранових солей з доменних шлаків уранзалізовмістних руд; вилучення солей урану з уранових руд та їх концентратів; складування та тимчасове захоронення радіоактивних відходів видобутку і збагачення уранових руд; використання джерел радіоактивного випромінювання для технологічного контролю на сотнях підприємств області; захоронення радіоактивних джерел і відходів, що утворюються в різних галузях промисловості, з п'яти областей України; виробництво спеціальних приладів і обладнання з використанням джерел радіоактивного випромінювання середньої та високої потужності; розташування на кордоні області найбільшої в Європі Запорізької атомної електростанції (Рис.2.1, 2.2).

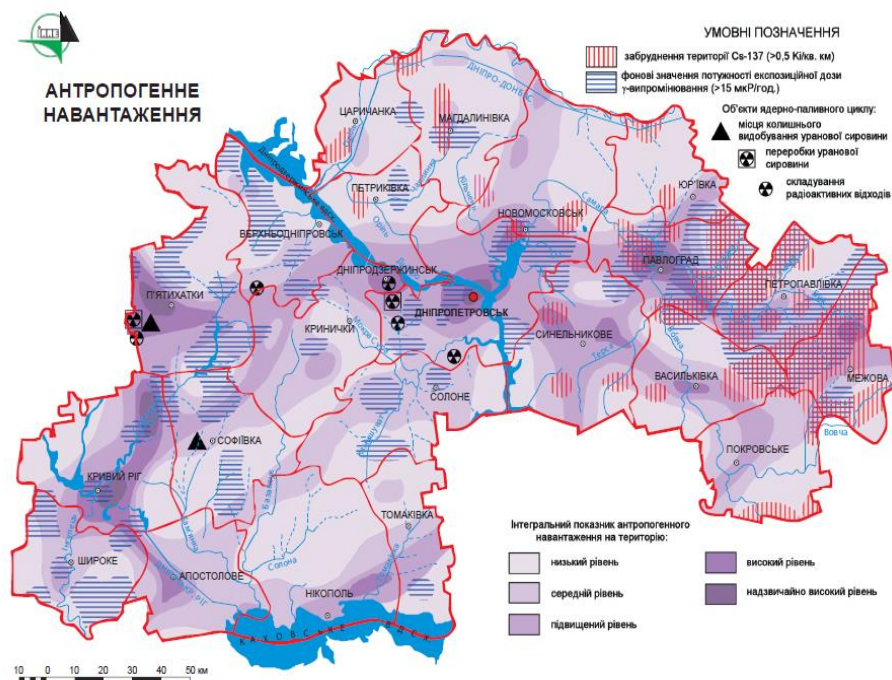


Рисунок 2.1 – Антропогенне навантаження у т.ч. об'єкти ядерно-паливного циклу у регіоні досліджень

На території області розташований державний міжобласний спеціальний комбінат з захоронення радіоактивних відходів Українського державного об'єднання «РАДОН». Комбінат існує з 1961 року і є єдиним спеціалізованим підприємством поводження з радіоактивними відходами, що утворюються на території п'яти областей – Дніпропетровської, Запорізької, Кіровоградської, Донецької та Луганської.

На більшій частині регіону, що відповідає зоні нормального фону (до 15 мкР/год), глинистому покрову (≥ 10 м) є надійним екраном від радіаційного впливу кристалічних порід Українського щита. Зняття перекриваючого чохла порід і поглиблення в товщу кристалічних порід (долини річок, яри и балки) призводить до значного підвищення доз радіаційного опромінювання (до 20-30 мкР/год).

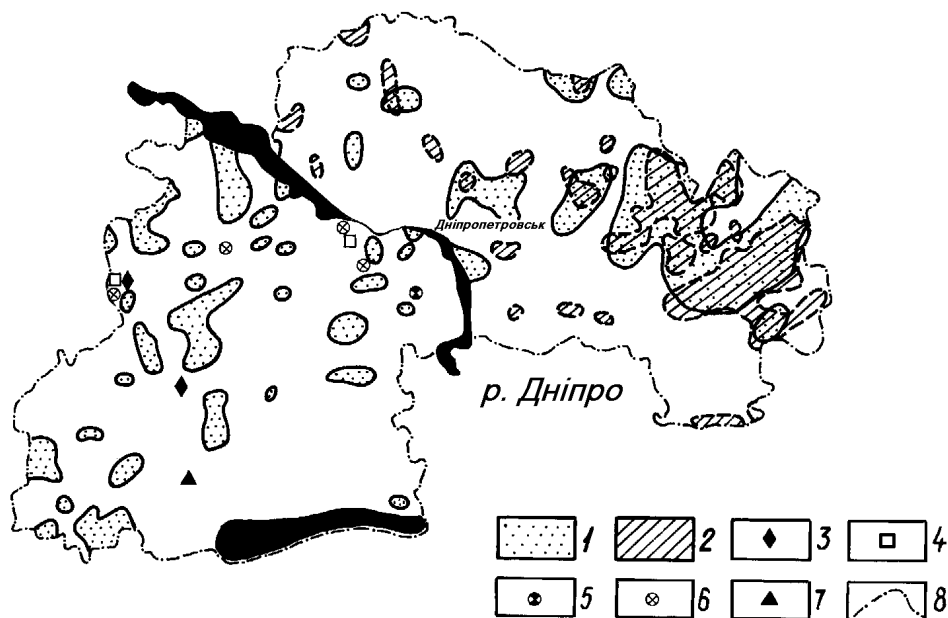


Рисунок 2.2 – Радіологічний стан території Дніпропетровської області. Ділянки, на яких: 1 – щільність поверхневого забруднення $Cs^{137} > 0.5 \text{ Ки/км}^2$; 2 – потужність експозиційної дози γ -випромінювання $> 20 \text{ мкР/год}$; 3 – ділянки видобутку радіоактивної сировини (відпрацьовані і з призупиненим видобутком); 4 – підприємства, які пов'язані з переробкою радіоактивної сировини; 5 – сховище високорадіоактивних твердих відходів; 6 – хвостосховище низькорадіоактивних рідинних відходів; 7 – Токівський гранітний кар'єр.

Зафіксовані на території регіону локальні аномальні ділянки (до 3000 мкР/год и більш) пов'язані виключно з підприємствами ЯПЦ. Інформація про основні ділянках зберігання і захоронення радіоактивних відходів Дніпропетровської області зведена в табл. 2.1.

Комбінат приймає на захоронення тверді радіоактивні відходи (ТРО) і відпрацьовані джерела радіоактивного іонізуючого випромінювання. За період експлуатації повністю заповнене і законсервовано одне сховище ТРО об'ємом 200 м³. Друге сховище ТРО з подібною ємністю, введене в експлуатацію в 1982 році та заповнене на 90%.

Таблиця 2.1 Основні ділянки зберігання і захоронення радіоактивних відходів Дніпропетровської області.

Ділянки зберігання та захоронення радіоактивних відходів	Експлуатація		Стан	Площа (кв.м)	РАО			вид
	почат.	кінець.			маса (т)	Об'єм (куб.м)	активність (Ки)	
Придніпровський хімічний завод								
а) територія заводу								
Хвост-ще цех №5 «Західне»	1951	1954	незаконсерв.	60000	700000	350000	4900	ТРО
Хвост-ще «Центральний яр»	1949	1954	незаконсерв.	24000	200000	100000	2800	ТРО
Хвост-ще «Південно-західне»	1956	1980	незаконсерв.	18000	300000	150000	1800	ТРО
В цілому (по території заводу)				102000	1200000	600000	9500	
б) територія м.Кам'янське								
Хвост-ще «Д»	1954	1968	незаконсерв.	730000	12000000	5840000	17000	ТРО
в) на території Дніпропетровського р-на (сел Долинське, Сухачівка)								
Хвост-ще лантаної фракції, Cs-137	1965	1988	законсервов.	600	6600	3300	3600	ТРО
Хвост-ще «Домена піч №6»	1982	1982	законсервов.	2000	40000	20000	9000	ТРО
Хвост-ще «С», 1-ша секція	1968	1983	незаконсерв.	160000	15400000	8500000	18500	ТРО
Хвост-ще «С», 2-ша секція	1983	1993(?)	дійсне.	390000	7400000	3700000	?	ТРО
Хвост-ще «База С»	1960	1991	незаконсерв.	250000	300000	150000	12000	ТРО
В цілому (по тер. Дн-ського р-на)				802600	23146600	12373300	43100	
Всього по ПХЗ				1634600	36346600	18813300	69600	
Східний гірничо-збагачувальний комбінат								
а) Родовище «Девладово»								
Участок підземного вилуговув.	1956	1983	?	2350000	?	6000000	?	ЖРО
б) Жовтоводський промйайданчик								
Хвост-ще «Щербаковське»	1959	?	дійсне	2506000	37000000	22100000	48400	ТРО
Хвост-ще «КБЖ»	1964	1995(?)	дійсне	556000	19300000	12400000	27000	ТРО
В цілому по Жовтоводск. промйайданчику				3062000	56300000	34500000	75400	
Всього по СхідГЗК				5412000	?	40500000	?	

Сховище джерел іонізуючого випромінювання розраховане на захоронення джерел загальною потужністю – що еквівалентна 25 кг радію. В даний час воно заповнене тільки на 10%. У 1993 році були розпочаті роботи з проектування, реконструкції та розширення комбінату. Передбачалося будівництво зразкового підприємства з комплексом сучасних споруд, з найсучаснішим обладнанням для роботи з відходами та будівництво сховища ТРО з робочим об'ємом 1772 м³ з 10-ма автономними відсіками-каньйонами. Однак, після освоєння приблизно 13% загальної вартості об'єкта, фінансування робіт з 1996 року було повністю припинено. У зв'язку з тим, що вже десять років комбінат знаходиться в стадії реконструкції, стало складно підтримувати стан радіаційної безпеки комбінату на необхідному рівні. Устаткування, установки і споруди для роботи з відходами морально і фізично застаріли і не оновлювались весь цей період. Головною організацією (УДО «РАДОН») не виділяються кошти навіть на підтримку застарілого обладнання в необхідному стані. На комбінаті не впроваджуються нові технології поводження з відходами.

В результаті, в даний час, комбінат має обмежений обсяг вільного об'єму для прийому радіоактивних відходів, відпрацьованих джерел іонізуючого випромінювання і недостатній ступінь радіаційної безпеки.

2.2. Радіаційне забруднення в результаті діяльності Східного гірничо-збагачувального комбінату (СхідГЗК).

Східний гірничо-збагачувальний комбінат веде свою діяльність з початку 50-х років. Його потужності (рудники, заводи, лабораторії, дослідні виробництва, хвостосховища) розташовані у Дніпропетровській області на території м. Жовті Води та його околиць (Рис.2.3).

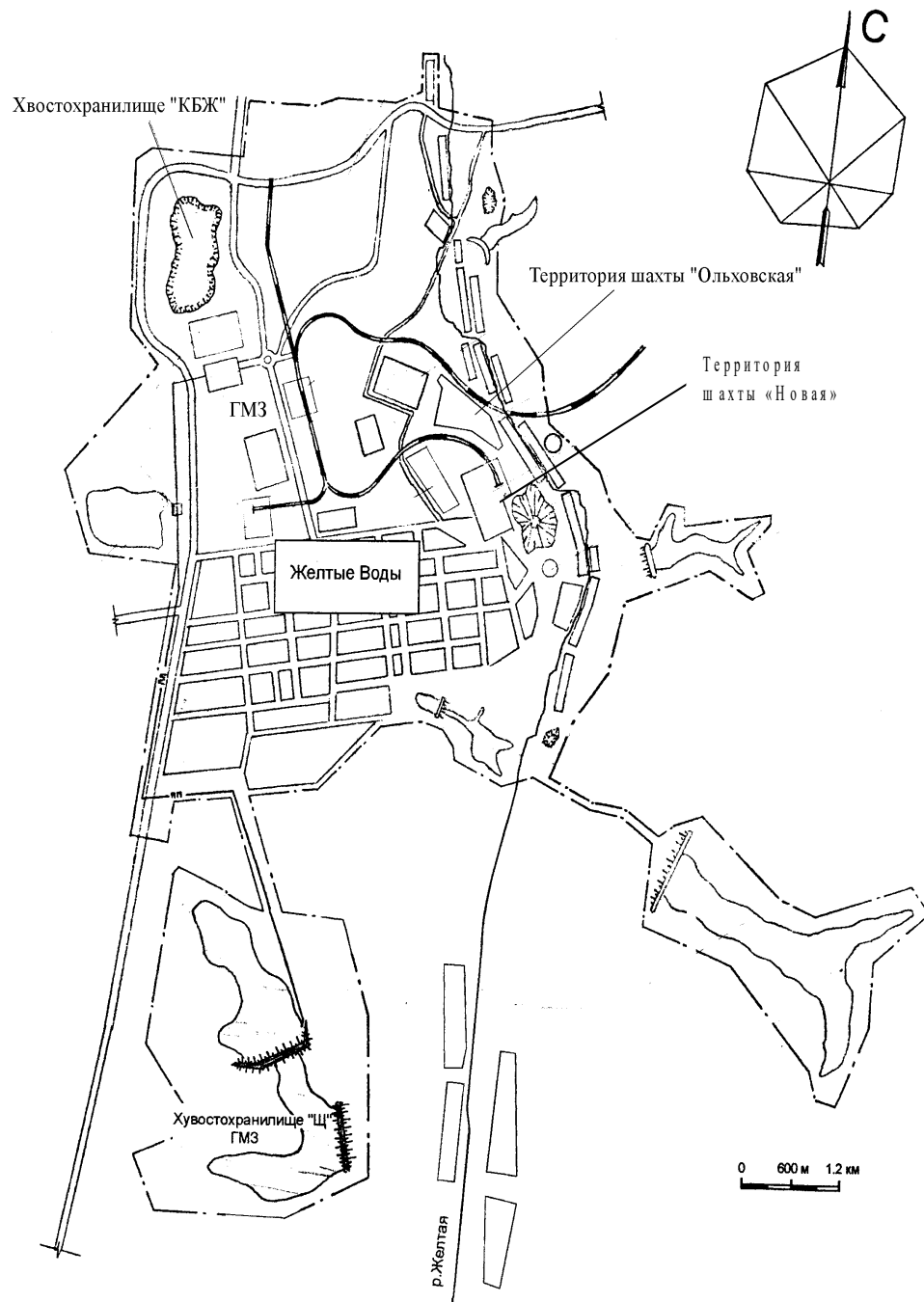


Рисунок 2.3 – Ситуаційний план Жовтоводського проммайданчика СхідГЗК

У 80-ті роки минулого століття низку виробничих потужностей СхідГЗК було створено і в Кіровоградській області. СхідГЗК видобуває уранову руду і збагачує її гідрометалургійним способом. Зараз видобуток уранових руд на Жовтоводському проммайданчику припинена, але гідрометалургійний завод,

на якому ведеться переробка привізних уранових руд продовжує роботу, як і хвостосховище радіоактивних відходів з усією системою гідротранспорту хвостів (насосні станції, пульпопроводи, вузли розвантаження тощо). Кожен з об'єктів, в тій чи іншій мірі впливає на радіоактивне забруднення довкілля.

Гідрометалургійний завод розташований на відстані 2,5 км від житлової забудови м. Жовті Води, в північній частині промислової зони міста. У процесі переробки уранової руди і отримання уранового концентрату в навколишнє середовище виділяються газ радон і пил уранової руди, що містять ПРН. Рідкі і тверді технологічні відходи (відвальна пульпа, відходи мийки, дезактивації обладнання та інше) скидаються в хвостосховищі «Щербаківське».

Хвостосховище «КБЖ» розташоване на північній околиці проммайданчика ГМЗ. Найближчі населені пункти – Жовті Води в 2,5 км і с. Весела Іванівка в 1,7 км. Складування відходів проводилося з 1964 по 1982 рік. Хвостосховище заповнене до передбачених проектом відміток і в даний час скидання відходів у нього не проводиться. Рекультивация не закінчена, закрито лише 70% загальної площі. У незакритих частинах відходи знаходяться під шаром води. Питома активність хвостів – 5,2 Бк/кг. Сумарна ефективна α -активність заскладовано матеріалу – $93,3 \times 10^{12}$ Бк. Щільність потоку радону з поверхні закритої суглинком частини хвостосховища становить – 0,2-3,2 Бк/м² в с.

Хвостосховище «Щ» розташоване в 1,5 км на південь від м. Жовті Води. Воно складається з двох секцій – «старої» і «нової». «Стара» секція має довжину 1,6 км, ширину – 0,6 км і заповнене до проектних значень. Воно вміщує 3,53 млн. м³ твердої фази, що становить близько 9 млн. тонн хвостів. Відходи знаходяться під шаром води. Однак, в дуже спекотний і тривалий літній період рівень води може знижуватися і утворюються сухі «пляжі», радіоактивний пил з яких розноситься вітром. «Нова» секція хвостосховища розташована в західному відгалуженні балки. Площа секції – 151,8 га,

проектний обсяг – $25,84 \times 10^6$ куб.м. Тут поховано близько 29 млн. тонн відходів. Загальна α -активність заскладованих радіоактивних відходів становить $1,8 \times 10^{15}$ Бк при питомій активності відходів у $5,18 \times 10^3$ Бк/кг.

Система гідротранспортування хвостів ГМЗ складається з гідротранспорту хвостів збагачення і системи оборотного водопостачання.

Система гідротранспорту складається з 2-х пульпонасосних станцій і напірних пульпопроводів з системою аварійного спорожнення. За період експлуатації пульпопроводів відбувалися численні порушення його цілісності і протікання радіоактивної пульпи вздовж траси пульпопроводу. В результаті ґрунти уздовж траси мають підвищений вміст природних ізотопів урану, у т.ч. Ra^{226} , Th^{230} , Po^{210} , Pb^{210} та K^{40} . Сумарна питома α -активність імовірно може коливатись в межах від 222 до 4884 Бк/кг.

Було виявлено, що забруднення розповсюджується не тільки на поверхні ґрунту, а й проникає на глибину до одного метра. При цьому, вміст ізотопів урану, торію, полонію і свинцю збільшується з глибиною.

В результаті в м. Жовті Води та на прилеглих територіях склався наступний радіоактивний стан основних компонентів довкілля.

Повітряне середовище. Вміст в повітрі даної території одного з основних опромінюючих радіонуклідів Ra^{226} перевищує допустимий більш ніж в два рази (Рис.2.4). Крім того, при критичних швидкостях вітру (до 9 м/с) пилогазові викиди діючих об'єктів СхідГЗК формують за межами своїх санітарно-захисних зон підвищений вміст в атмосферному повітрі Th^{230} .

Водне середовище. Значення вмісту окремих радіонуклідів в пробах поверхневих вод регіону не перевищує встановлених НРБУ-97 норм для води поверхневих водойм.

Ґрунт. Підвищення вмісту радіонуклідів спостерігається в ґрунтах уздовж траси пульпопроводу, в санітарно-захисних зонах (СЗЗ) хвостосховищ «Щ» і «КБЖ». У поверхневому шарі ґрунту СЗЗ концентрація U^{238} перевищує фонову в 2-7 разів, Ra^{226} – в 2-9 разів, Pb^{210} – в 2-25 разів,

Po^{210} – в 2-17 разів. У західному, північному та східному напрямку основна частина радіоактивного забруднення не розповсюджується за межі СЗЗ. У південному напрямку можливий винос забруднення за межі СЗЗ.

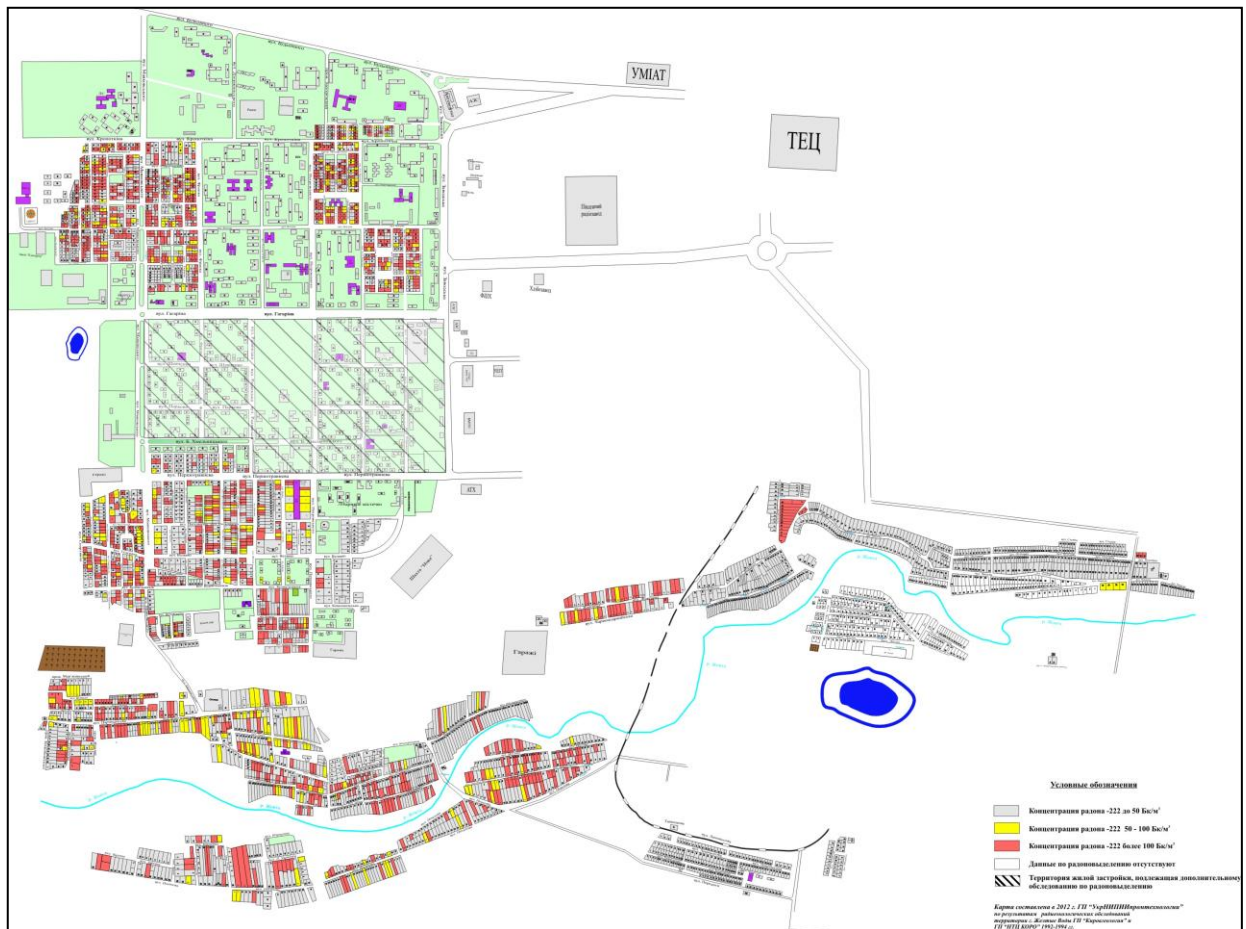


Рисунок 2.4 – Результати вимірів об’ємної активності радону на території м. Жовті Води

Більша частина території житлової забудови характеризується потужністю дози гамма випромінювання до 0,17 мкЗв/год, тобто в межах фону. Однак, на окремих ділянках виявляється підвищений вміст радіонуклідів, приурочене до місць несанкціонованого використання відходів видобутку урану (гірських порід, позабалансовий руди) в якості будівельного матеріалу для фундаментів будівель, покриттів вулиць, пішохідних доріжок тощо. Є більше 100 об’єктів, в яких концентрація дочірніх продуктів розпаду радону (ДПР) перевищувала 50 Бк/м³. Більше 20 об’єктів, в тому числі в

дитячих садах і школах концентрація ДПР перевищувала 200 Бк/м³, а в окремих з них досягала 1000 Бк/м³. У 60 будинках приватного сектора (14% від обстежених) також виявлено перевищення вмісту радону, що досягало в окремих випадках 3000 Бк/м³.

2.3. Підземне заховання залишкових розчинів на Девладівському родовищі уранових руд

Девладівське родовище уранових руд розташоване в Софіївському районі Дніпропетровської області (Рис.2.1). Воно розвідано і відкрито у 1955-1957 роках. Відпрацювання цього родовища проводилась у 1962-1983 роках методом підземного кислотного вилуговування. Рудник складався з трьох комплексів: видобувної ділянки, транспортувального комплексу та переробної установки.

Використовувалися робочі розчини з концентрацією сірчаної кислоти від декількох грамів на літр до 50 г/л з додаванням розчинів азотної кислоти і азотистого амонію. Ці розчини через спеціальні свердловини закачувалися на глибину 70 метрів (бучакський водоносний горизонт). Після підземного вилуговування урану, пульпа, в вигляді кислотного розчину, відкачувалась через інші свердловини, концентрувалася, фільтрувалася і надходила на подальше вилучення урану. У залишки після вилучення маткового розчину додавалися кислоти для отримання потрібної концентрації робочого розчину і він знову закачувався через свердловини в підземний горизонт. Свердловини розташовувалися на відстані 15-25 м одна від одної паралельними рядами. Відстань між рядами 40-60 м. Загальна площа ділянки 2350 тис. м². В ході промислової експлуатації використано близько 50 млн. м³ продуктивного розчину.

За оцінками фахівців, після закінчення експлуатації цього родовища, в підземних горизонтах на глибині близько 70 метрів залишилося більше 6

млн.м³ відпрацьованих кислотно-радіоактивних розчинів. Основними забруднюючими компонентами відпрацьованих розчинів є природні радіонукліди: уран-238, радій-226, торій-230, полоній-210, свинець-210, а також іони сульфатів і нітратів.

Після завершення експлуатації Девладівського родовища, була проведена рекультивация поверхні земель робочої ділянки. Відновлення стану підземних вод в районі відпрацювання не проводилося, так як це не було передбачено чинним на той період законодавством.

Для контролю за станом і переміщенням забруднених підземних вод була створена спеціальна наглядова мережа з 97 свердловин. Крім того, в режимному спостереженні використовувалися колодязі і ставки в балці Довга.

Відпрацьоване Девладівське родовище уранових руд впливає на довкілля наступним чином.

Забруднення повітряного середовища. Відпрацювання уранового родовища методом підземного вилуговування виключає можливе джерело організованого запилення пилом, що містить радіонукліди, і в десятки разів зменшує виділення радіоактивних речовин в атмосферу в порівнянні з традиційними способами – кар'єрним або шахтним.

Невеликим джерелом виділення радону були відкачні свердловини, біля яких при відкачці ерліфтом утворювалася невелика аерозольна хмара, що складалася з розпоросених частинок розчину і газоподібних продуктів, у т.ч. радону. Хмара, після викиду в атмосферу, швидко розсіювалася, а короткоживучі радіонукліди швидко розпадались. В даний час можливим джерелом радіоактивного забруднення атмосфери в районі відпрацювання може бути пиловиділення з забруднених і не рекультивованих ділянок ґрунту.

Забруднення ґрунтів. При застосуванні технології ПВ забруднення ґрунтів мало тільки локальний характер в місцях аварійних проривів

трубопроводів. Спеціальні дослідження показали, що радіоактивне забруднення в цих випадках проникає на невелику глибину в результаті нейтралізації кислих розчинів карбонатами суглинків і зв'язування як сульфатів, так і радіонуклідів в гіпсі.

Після відпрацювання родовища ділянка була рекультивована шляхом зняття ґрунту на глибину 50 см і заміни його чистим ґрунтом. Площа земель, які необхідно було рекультивувати, склала близько 10% земельного відводу, ураховуючи смуги уздовж рядів експлуатаційних свердловин і трубопроводів.

В даний час радіаційна обстановка на поверхні не виходить за межі нормативних показників: сумарна α -активність в орному шарі 0,25 см не перевищує 2×10^{-7} Ки/кг (7400 Бк/кг). Потужність еквівалентної дози зовнішнього γ -випромінювання на висоті 1 м над поверхнею ґрунту не вище 60 мкР/год.

Забруднення поверхневих вод. Поверхневі води безпосередньо на майданчику родовища представлені каскадом ставків в балці «Довга», що являється лівою притокою р. Саксагань.

Показники забруднення поверхневих вод радіонуклідами в ставках східній частині ділянки ПВ і в 2-х км на захід від кордонів поширення бучакського горизонту не перевищують нормативних. У ставках на західній території ділянки поверхневі води забруднені нуклідами в невеликих обсягах.

В даний час немає даних по поверхневим водотоках – річках Саксагань та Кам'янка, які є відповідно областями розвантаження і живлення підземних вод бучакського водоносного горизонту, на межиріччі яких знаходиться ділянка ПВ.

Забруднення підземних вод. Забруднення підземних вод на ділянці Девладівського родовища має ореольний характер і охоплює всі водоносні горизонти. Ділянка спостереження має площу близько 15 км² і розташований

на вододільній поверхні межиріччя річок Кам'янки і Саксагані. Поверхневий стік з ділянки ПВ спрямований в бік р. Саксагань. В межах ділянки ПВ розвинені такі водоносні горизонти: четвертинний, сарматський, бучакський, комплекс кристалічних порід докембрію та їх кори вивітрювання.

На момент завершення експлуатації (1984 р.) ореол забруднених вод зайняв усю площу відпрацювання уранових покладів, витягнувшись з північного сходу на південний захід на 4,9 км, при ширині 700-1500 м. Вниз за потоком підземних вод він поширився від південно-західної межі відпрацьованого рудного покладу на 950 м. У 1987-1991 роках ореол залишкових розчинів ПВ за радіонуклідами практично повністю відтворює контур 1984 року. Наявні відмінності – південно-західний кордон змістився ближче до центру на 200 метрів – що можна віднести до процесів самоочищення надр. У 1998 році процеси самоочищення стали ще помітніше. Межі ореолу стали скорочуватися в північно-східній частині і продовжувались у нижній, південно-західній частині.

Практично всі досліджувані водоносні горизонти містять забруднюючі речовини, у тому числі і радіонукліди, вміст яких перевищує допустимі норми. Це обумовлено не тільки природними особливостями району спостереження, а й родовищами ПВ, так як концентрації деяких забруднювачів – сульфатів, солей та радіонуклідів що вище фонових концентрацій, є характерною ознакою для цього району.

Бучакський водоносний горизонт є найзабрудненішим, так як саме його води оконтурюють уранові поклади, а також використовувались як технологічні. За хімічним складом, в тому числі і радіонуклідним, води бучакського горизонту, як і води інших горизонтів, ще до початку відпрацювання родовища були непридатні для господарсько-питних цілей. Застосування технології ПВ призвело до погіршення хімічного складу підземних вод і ще більшого їх забруднення сульфатами, нітратами і радіонуклідами.

Вміст сульфат-іону приблизно в межах від 1772 до 23950 мг/л, що перевищує фонове значення в 1,3-17,5 рази, вміст нітрат-іону в межах від 50 до 1859 мг/л при фоновому значенні від 3 до 40 мг/л. Загальна мінералізація всередині ореолу змінюється від 4206 до 36013 мг/л, перевищуючи фонову мінералізацію у 1,2-10,4 рази.

Сумарний показник радіоактивного забруднення вод бучакського горизонту перевищує фон в 1,8-50,68 разів. Найбільший внесок у забруднення горизонту вносять уран, свинець-210 і полоній-210. Концентрації урану змінюються в межах від 14,76 до 442,8 Бк/л, свинцю-210 – в межах від 0,51 до 14,87 Бк/л, полонію-210 – в межах від 0,21 до 0,95 Бк/л.

Таким чином, незважаючи на повільноплині процеси самоочищення забруднених горизонтів та зменшення ореолу забруднення, відпрацьоване Девладівське родовище уранових руд залишається потенційно небезпечним джерелом забруднення підземних вод різних горизонтів і поверхневих водойм.

2.4. Радіаційне забруднення в результаті діяльності виробничого об'єднання "Придніпровський хімічний завод" (ПХЗ).

ВО «Придніпровський хімічний завод» (первинна назва «Завод шлакових добрив») в 1948 році приступив до виробництва уранових солей з шлаків, що отримуються при виплавці уран-залізовмістних руд на доменній печі № 6 Дніпровського металургійного заводу ім. Дзержинського. Окрім солей урану, з технологічних розчинів уранового виробництва отримували мінеральні добрива, натрієву селітру, а нітратний і амонійний азот від цих виробництв утилізувалися в цеху № 3 ПО «АЗОТ» для отримання азотних добрив. Така схема уранового виробництва функціонувала до 1963 року, коли була припинена доменна переплавка уран-залізовмістних руд. Надалі солі урану витягувалися тільки з уранових руд та їх концентратів, що

доставлялися з республік колишнього Радянського Союзу (долі країн СНГ), Німеччини, Франції і Іспанії.

Діяльність ПХЗ проходила в обстановці особливої секретності. Тільки останніми роками з'явилася можливість отримати достовірну інформацію про радіоекологічну ситуацію у зв'язку з діяльністю заводу і почати перші кроки по забезпеченню радіоекологічної безпеки. Крім того, в період найбільш активної діяльності заводу, була відсутня нормативно-технічна документація щодо правил поводження з радіоактивними відходами (РАО). Тому радіоактивні відходи складувалися в яри або глиняні кар'єри на території підприємства. Перші організовані сховища, наприклад «Д», не мали спеціального гідроізоляційного захисту і розташовувалися в заплаві р. Дніпро. До теперішнього часу склалася ситуація, коли ці хвостосховища радіоактивних відходів представляють реальну загрозу радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

У результаті виробничої діяльності з переробки уранової сировини, ряд виробничих будівель цехів і встановлене в них обладнання зазнали радіоактивного забруднення. Потужність дози γ -випромінювання в цехах коливається від 100 до 30000 мкР/год. Найбільш забрудненою є південна частина виробничого майданчика заводу. Забруднені не тільки цеха, а й склади, комунікації і територія. Більшість будинків не дезактивована. Тут же розташовані і вищеназвані хвостосховища. Площа заводу з рівнем забруднення на поверхні, що перевищує природний фон в два і більше разів, становить 635 тис.кв.м, територія на якій експозиційна доза перевищує 100 мкР/год становить близько 250 тис.м². Обсяг забрудненого ґрунту перевищує 400 тис. тонн, загальна активність близько $7,6 \times 10^{12}$ Бк.

Загрозою для забруднення довкілля в першу чергу є хвостосховища, що не мають захисних протифільтраційних екранів і не рекультивовані (табл.2.2, Рис.2.5).

Таблиця 2.2 – Особливості розміщення та впливу відходів у геологічному середовищі.

Сховища РАВ	“Сухачівське” (1 та 2 секції)	“База С	“ДП №6”	“Південно-Східне”	“Західне”	“Дніпровське”
Геоморфологічні умови створення сховища	Ярово-балкова мережа	цокольно піднесена рівнина	цокольно піднесена рівнина (на глибині 7 м)	відпрацьований глиняний кар’єр	відпрацьований глиняний кар’єр	заплава Дніпра
Загальна активність, Бк	$7,1 \times 10^{14}$	$4,4 \times 10^{14}$	$1,3 \times 10^{12}$	$6,7 \times 10^{12}$	$1,8 \times 10^{14}$	$1,4 \times 10^{15}$
Потужність експозиційної дози	0,14-0,19 мкЗв/год	4-4,31 мкЗв/год	100-1100 мкР/год	100-6000 мкР/год	22-415 мкР/год	220-10000 мкР/год
Потенційні шляхи розповсюдження забруднення	Через днище балки та нижній горизонт (до 1,15 км вниз за течією)	через днище сховища	через днище сховища до водоносного горизонту	через днище (на відстань 0,6 км у р. Коноплянку)	через днище у водоносний горизонт	через днище та греблю в т.ч. у техногенний водоносний горизонт
Можлива глибина забруднення	0,3-1,2 м (в місцях розливу пульпи)	до 2 м	0,5-5 м	1-11 м	до 5 м	1-6 м

1. «Центральний яр». Знаходилось в експлуатації з 1949 по 1954 рік. Розміщено в яру, який перегороджений дамбою. Містить 200 тис. тонн твердих радіоактивних відходів, об’ємом 0,1 млн.куб.м. Площа – 24 тис.кв.м. Максимальна потужність дози γ -випромінювання – 4400 мкР/год, загальна активність – 2800 Ки. Хвостосховище перекрите насипним ґрунтом. Не законсервовано.

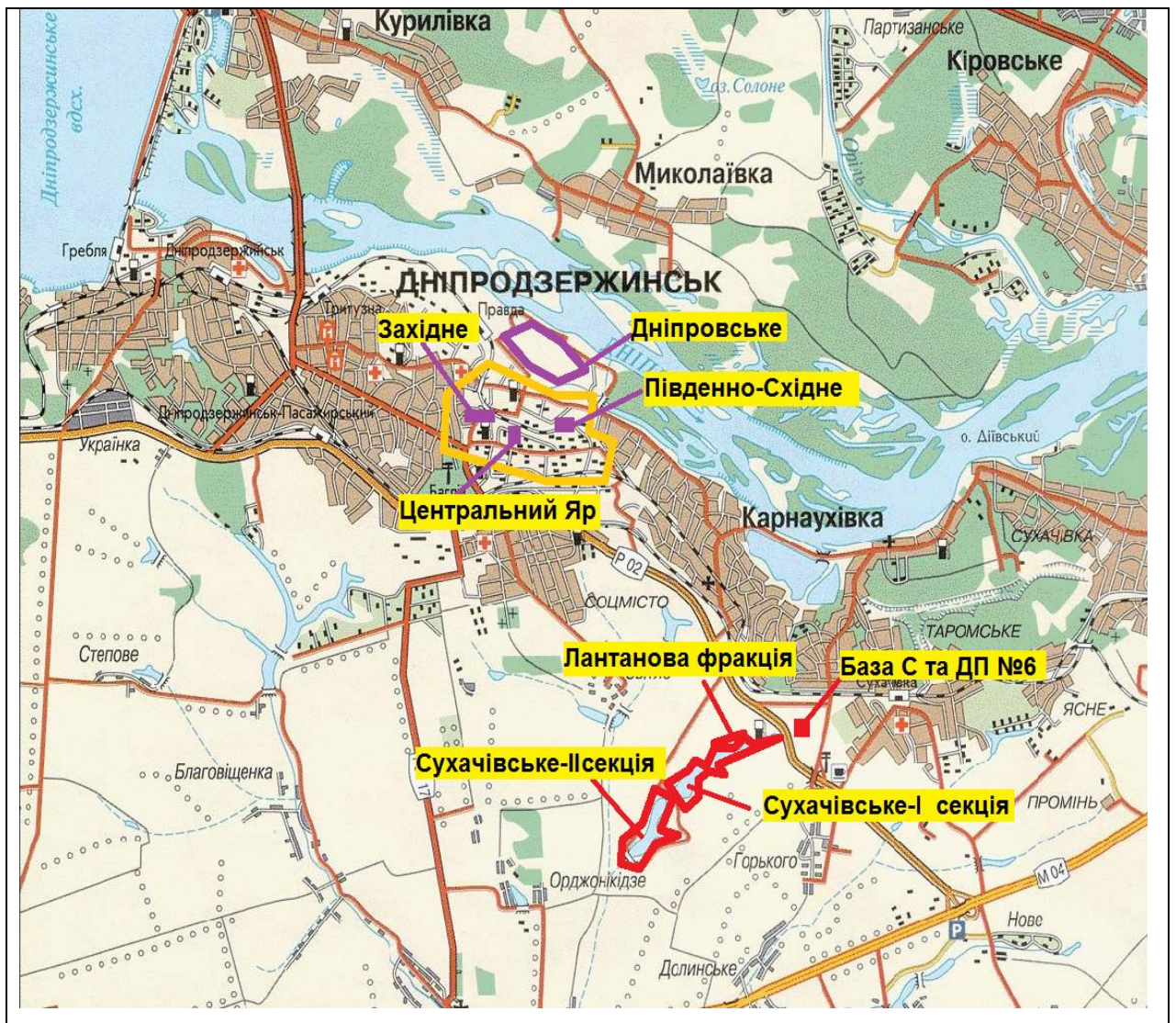


Рисунок 2.5 – Місцезнаходження основних хвостосховищ ПХЗ. Помаранчевим – територія ПХЗ, фіолетовим хвостосховища «Дніпровської серії» з відповідними назвами, червоним хвостосховища «Суходчівської серії».

2. «Західне» (цех № 5). Знаходилося в експлуатації з 1951 по 1954 рік. Містить 800 тис. тонн твердих радіоактивних відходів, об'ємом 0,35 млн.куб.м. Площа – 60 тис. м². Максимальна потужність дози γ -випромінювання – 2500 мкР/год, загальна активність – 4900 Ки. Хвостосховище частково перекрито насипним ґрунтом і будівельним

сміттям, північна його частина площею близько 14 тис. м² не перекрита, відкоси схильні до ерозії. Хвостосховище не законсервовано

3. *«Південно-східне»*. Знаходилося в експлуатації з 1956 по 1980 рік. Розміщено в яру. Містить 300 тис. тонн твердих радіоактивних відходів. Обсяг – 0,15 млн. м³, площа – 18 тис. м². Максимальна доза γ -випромінювання – 2300 мкР/год. Загальна активність – 1800 Ки. Хвостосховище частково перекрито насипним ґрунтом і будівельним сміттям. Не законсервовано.

4. *«Дніпровське» («Д»)*. Знаходилося в експлуатації з 1954 по 1968 роки. Містить більше 12 млн. тонн твердих радіоактивних відходів об'ємом 5,84 млн.м³. Площа хвостосховища – 730 тис.м. Максимальна потужність дози γ -випромінювання – 1300 мкР/год, загальна активність – 17000 Ки. Розташоване на березі річки Коноплянка в заплаві р. Дніпро. Дамба хвостосховища збудована з відходів коксохімічного заводу, зверху засипана нерівномірним шаром фосфогіпсу від 2 до 19 метрів. Хвостосховище не законсервовано.

5. *«Спірне»*. Розташоване на території м. Кам'янське в районі вул. Лазо і просп. Аношкіна. Містить радіоактивні відходи ДПО «Азот» після переробки азотнокислих розчинів ПХЗ в мінеральні добрива. Точний обсяг відходів та їх активність не встановлені.

6. *«База С»* (колишній склад уранової руди). Знаходилося в експлуатації з 1960 по 1991 роки. Розташоване поблизу станції Сухачівка. Містить 150-300 тис. тонн твердих радіоактивних відходів у вигляді напівзруйнованих конструкцій бункерів для уранової руди, забруднених залізничних колій та ґрунту на поверхні і під бункерів. Обсяг – 0,15 млн.м³, площа 300 тис.м². Максимальна потужність дози γ -випромінювання на поверхні 4700 мкР/год, загальна активність – 12000 Ки. Хвостосховище не законсервовано і його дезактивація не проводилася.

7. «Сухачівське», 1-я секція. Знаходилось в експлуатації з 1968 по 1983 рік. Розташоване у верхів'ях балки Рассоловатої поблизу сел. Таромське. Містить 19 млн. тонн радіоактивних відходів. Обсяг – 8,5 млн. м³, площа – 600 тис.м². Максимальна потужність дози γ-випромінювання – 1600 мкР/год, загальна активність – 18500 Ки. Хвостосховище не законсервовано.

8. «Сухачівське», 2-я секція. Знаходиться в експлуатації з 1983 року по теперішній час. Містить 9,6 млн. тонн радіоактивних відходів. Поверхня частково перекрита 3-4 метрами шлаку, в основному фосфогіпсом. Обсяг 3,7 млн.м³, площа – 390 тис.м³. Максимальна потужність дози γ-випромінювання на поверхні – 500 мкР/год, загальна активність – 8000 Ки.

9. Хвостосховище лантанової фракції Cs 137 (№ 602). Знаходилось в експлуатації у 1980-1990 роках. Розміщено на території хвостосховища «С». Містить 6600 т твердих радіоактивних відходів. Обсяг – 3,3 тис.кв.м, площа – 0,6 тис.куб.м. Максимальна доза γ-випромінювання на поверхні – 3000 мкР/год, загальна активність – 3600 Ки. Хвостосховище законсервовано.

10. Хвостосховище доменної печі № 6. Знаходиться в експлуатації з 1982 року. Розміщено на території «Бази С». Містить 40 тисяч тонн твердих радіоактивних відходів у вигляді демонтованих на ДМК конструкцій і футерування демонтованої доменної печі №6. Обсяг – 20 тис.м³, площа – 2000 м³. Максимальна потужність дози γ-випромінювання на поверхні 4700 мкР/год, загальна активність – 12000 Ки. Хвостосховище перекрито насипним ґрунтом. Не законсервовано.

Найбільше з них хвостосховище «Д». У ньому накопичено понад 1600 тонн урану із середнім вмістом 0,043%, розпад якого та його дочірніх продуктів триває і зараз з виділенням радіоактивного газу радону. Крім того, продовжується нарощування відвалів коксохімічного заводу і ДМК впритул до дамби хвостосховища «Д». Ці відвали вже на 10-12 метрів вище верхньої позначки хвостосховища. Це створює загрозу видавлювання радіоактивних відходів з хвостосховища в р. Коноплянка і р. Дніпро, а далі в Чорне море.

Виробнича діяльність поблизу хвостосховищ, можливі стихійні лиха (землетруси, урагани, повені, пр.) і несанкціоноване розкриття хвостосховищ можуть призвести до руйнування дамб хвостосховищ і катастрофічного забруднення великих територій та р. Дніпро радіоактивними відходами, з виносом їх в акваторію Чорного моря.

Хвостосховища ПХЗ є джерелами забруднення природними радіонуклідами (ПРН) не тільки поверхневих і підземних вод, а й атмосфери, ґрунтів міста і прилеглих районів за рахунок виділення газоподібних ПРН і пилу з поверхні хвостосховищ. Свою частку до радіоактивного забруднення середовища вносять і газоподібні викиди ДМК і коксохімічних заводів, так як вони містять аерозолі ПРН, що утворюються при переробці кам'яного вугілля Донбасу і залізних руд Криворіжжя. За попередніми розрахунками індивідуальні річні дозові навантаження на населення Заводського та Баглійського районів м. Кам'янське складають до 3,1 мЗв/рік для новонароджених і до 5,0 мЗв/рік для дорослих, що перевищує норми радіаційної безпеки.

Також існують неорганізовані центри та джерела радіоактивного забруднення, пов'язані з діяльністю ПХЗ, наприклад місця розливу з пульпопроводів.

Траса пульпопроводів. Пульпопровід радіоактивних відходів від ПХЗ до хвостосховищ «С» має довжину понад 18 км. Протягом більше 30 років експлуатації пульпопроводу, в наслідок його корозії та ряду інших можливих внутрішніх і зовнішніх факторів, відбувалися численні порушення його цілісності і протоки пульпи. Це у результаті призвело до радіоактивного забруднення ґрунту уздовж траси пульпопроводу. Потужність експозиційної дози γ -випромінювання перевищує 30 мкР/год. Точної карти забруднення траси пульпопроводу немає.

Шлакові відвали ДМК. Одним з неорганізованих джерел радіаційного забруднення навколишнього середовища є захоронені на шлакових відвалах

залишки двох капітальних ремонтів доменної печі №6 (ДП № 6) і аварійних зливів доменних шлаків. Обсяг цих радіоактивних відходів, їх сумарна активність і точне розташування невідомі. В результаті виникає загроза поширення радіоактивного забруднення при розробці цих відвалів і небезпека ураження робітників, які проводять роботи на цих відвалах.

Всього на території міста Кам'янське виявлено 117 центрів та джерел локального радіаційного забруднення, на яких потужність експозиційної дози в кілька разів вище середньомісячної. Ці джерела виникли в результаті використання шлаків відвалів ДМК в якості будівельного матеріалу, в першу чергу, в дорожньому будівництві. Площа таких локальних ділянок невелика - до 10 м² з коливанням експозиційної дози від 100 до 1000 мкР/год. Ці локальні ділянки вимагають спеціального вивчення як і радіаційно забрудненні території в районі вул. Лазо і просп. Аношкіна, де розташоване хвостосховище «Спірне».

2.5 Сумарне техногенне навантаження на територію м. Кам'янське та його околиці

Місто Кам'янське (колишня назва Дніпродзержинськ) – один із значних індустріальних центрів Промислового Придніпров'я та України в цілому, розташоване в центральній частині України на обох берегах річки Дніпро в 40 км на захід від м. Дніпро (Рис 2.2).

Окрім зазначеного вище ПХЗ у місті на відносно невеликій території високо сконцентровані промислові підприємства металургійної та хімічної промисловості. Спрямованість промисловості підприємств обумовлена сприятливим географічним і економічним становищем міста. У місті працюють 47 великих промислових підприємств, в структурі яких переважає металургія та обробка металу (61,8%), хімічна галузь (13,5%), виробництво коксу (16,4%), машинобудування (4,2%), виробництво будівельних

матеріалів, електроенергетики, деревообробна, харчова, легка та інші галузі виробництва. Більшість підприємств розташовані на правому березі р. Дніпро, де проживає дві третини населення, що обумовлює складну екологічну ситуацію, пов'язану з викидами даних підприємств.

Викиди забруднюючих речовин від усіх підприємств міста склали на початку XXI століття 10,9 тис. тонн. Частка 8 основних підприємства міста (ВАТ «ДМК», ВАТ «ДніпроАзот», ВАТ «ДКХЗ», ВАТ «ДКХЗ». ЦЗ, ВАТ «Дніпровагонмаш», ДДТЕЦ) при цьому становить 98%. Ці підприємства викидають в атмосферу майже весь фенол і близько 90% бензолу. В їх викидах містяться також і радіонукліди. ВАТ «ДМК» викидає в атмосферу понад 77% пилу, 70% оксидів азоту, більше половини сірчистого ангідриду, 84% оксидів вуглецю, 44% сірководню, майже 100% вуглеводнів від сумарних викидів по місту. Викиди в атмосферу коксохімічних виробництв складають 5,7% від викидів міста і містять фенол, бензол, радіонукліди.

Наведені дані показують що на території Кам'янського проммайданчика і міста склалася несприятлива санітарно-гігієнічна ситуація, що характеризується забрудненням повітря, ґрунту і води шкідливими хімічними речовинами і ПРН. На територіях підприємств у відвалах на кінець ХХ століття накопичилося 654 тис. тонн промислових і побутових відходів. Тільки на ПХЗ накопичено відходів за час його діяльності 43873,6 тис. тонн.

Зіставивши ряд факторів можна виділити окрему роль забруднення навколишнього середовища на депопуляцію, так як за даними міжнародної організації охорони здоров'я захворюваність в містах з інтенсивно розвиненою промисловістю вище ніж в містах з менш розвиненою індустріалізацією. У віковій структурі населення відбувається процес старіння чому свідчать дані перепису за 2001, 2011 і 2019 року частка осіб старше 60 років у загальній частині населення понад 17%, а дані по перепису населення дозволять зробити висновок про депопуляції міста. Наявність у м. Кам'янське та його передмісті сховищ та хвостосховищ колишнього ЯПЦ

підприємства, які не знаходяться під постійним радіологічним контролем, ще більш погіршує сформовану екологічну ситуацію.

З розпадом СРСР в 1991 р. у ПХЗ зник основний замовник уранової продукції, що призвело до втрати контролю над безпечним виведенням об'єктів уранового виробництва з експлуатації. Україна не була готова до різкої зупинки виробництва, тому вивести з експлуатації надзвичайно складне технологічно і закрите режимне виробництво відповідно до правил безпечного перепрофілювання без забезпечення необхідного фінансування виявилось неможливим. На території ПХЗ почали створюватися самостійні виробництва, продукція яких користувалася попитом. При цьому питання перепрофілювання будівель і споруд уранового виробництва проводилось без оцінки їх радіоактивного забруднення, необхідності дезактивації, проведення заходів з радіаційного захисту і радіаційного контролю персоналу і робочих місць, що призводило до необґрунтованого опромінення працівників.

У 1998 році Державна комісія зробила висновки о необхідності зупинити процес утворення нових підприємств на території ПХЗ, а також було вирішено організувати спеціалізоване державне підприємство з нагляду та управління об'єктами колишньої інфраструктури ПХЗ. Таким підприємством стало ГП «Бар'єр», що було затверджено Мінтопенерго України 13.12.2000 року. Під контроль ГП «Бар'єр» потрапили найбільш забруднені споруди, усі хвостосховища (окрім II секції хвостосховища «С»), сховища радіоактивних відходів уранового виробництва та більша частина забруднених пульпопроводів. У початку 2000-х років за рахунок фонду Кабінету Міністрів України почались перші роботи зі стабілізації, укріплення та ремонту сховищ Дніпровської проплощадки.

Постановою Кабінету Міністрів України від 26.11.2003р. була почата розробка програми з приведення об'єктів ПХЗ у екологічно безпечний стан та забезпечення захисту населення від шкідливого впливу іонізуючого випромінювання на 2005-2014 роки (пізніше програма змінила назву на

«Програма-2003»). В рамках даної програми були проведені першочергові роботи і дослідження щодо переведу об'єктів уранового виробництва в безпечний стан.

Від «Програми-2003» очікували наступних результатів:

- проведення першочергових заходів зі зниження впливу уранових об'єктів ПХЗ на персонал, навколишнє середовище і населення;
- забезпечення постійного радіаційно-технічного контролю за урановими об'єктами та зонами їх впливу на площі 20 тис. гектарів;
- обмеження радіаційного навантаження на населення у відповідності з рекомендаціями МАГАТЕ і вимогами Норм радіаційної безпеки України;
- організація і проведення радіоекологічного моніторингу;
- створення системи інформування про стан довкілля та здоров'я населення, яка дасть змогу відновити довіру населення, що проживає у зоні впливу уранових об'єктів, та послабити соціальну напругу.

За період з 2005 по 2008 роки у рамках реалізації програми було проведено наступні заходи:

- обстеження, розробка і реалізація проекту з демонтажу найбільш забруднених продуктами уранового виробництва технічних трубопроводів на території проммайданчика ПХЗ;
- розробка проекту покриття хвостосховища «Південно-Східне»;
- розробка проекту з демонтажу найбільш забруднених конструкцій;
- розробка системи моніторингу, за якою проводився моніторинг з 2006 по 2009 роки.

Більшість з запланованих «Програмою 2003» проектів не було реалізовано, що пов'язано з:

- 1) недостатнім фінансуванням проекту;
- 2) неможливістю забезпечити безпечний стан довкілля і населення без нормативно-регулярного забезпечення, розробки довгострокової програми, заходів та визначення узгодженої стратегії розвитку виробничого

майданчика ПХЗ і критеріїв досягнення кінцевої цілі, яка була визначена «Програмою 2003»;

3) неможливістю ефективного управління територією (бо їй не було надано особливого статусу, як і ДП «Бар'єр» не було надано особливих повноважень у Раді директорів підприємств у питаннях, зв'язаних з інвентаризацією об'єктів уранового виробництва та їх технічним надзором, проведенням дезактивації та демонтажу будівель і споруд, обладнання, санації території);

4) недостатнє обґрунтування стратегії реабілітаційних заходів і відсутність необхідного досвіду на всіх рівнях для ефективного і безпечного рішення проблем репрофілювання колишніх уранових підприємств.

У зв'язку з недостатнім обсягом фінансування програми і великої кількості раніше неврахованих проблем з реабілітації об'єктів уранового виробництва було прийнято рішення про розробку Державної цільової екологічної програми приведення в безпечний стан уранових об'єктів колишнього виробничого об'єднання Придніпровських хімічний завод, яка була затверджена Постановою КМУ №1029 від 30.09.2009 р з метою визначення робіт і подальших напрямків та заходів щодо поліпшення екологічної ситуації. В рамках реалізації програми проводився аналіз і обробка проектів, даних і узагальнення результатів розробок виконаних в період з 2006 по 2011 в рамках попередньої Держпрограми.

3 ЗАГАЛЬНИЙ ВПЛИВ ХВОСТОСХОВИЩ ПХЗ НА РАДІОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ В ПЕРЕДМІСТІ КАМ'ЯНСЬКОГО

3.1. Загальні відомості щодо шляхів радіологічного впливу хвостосховищ ПХЗ на основні компоненти довкілля

Уранові об'єкти ПХЗ знаходяться безпосередньо поряд з місцями проживання населення. Тому населення, яке проживає там, може бути піддано як зовнішньому радіоактивного опромінення, так і внутрішньому – інгаляційним шляхом за рахунок вдихання радіоактивного пилу і пероральним шляхом за рахунок споживання забрудненої радіонуклідами води.

Геологічний розріз ділянок, на яких розташовані об'єкти ПХЗ, складають в основному потужні товщі насипних техногенних ґрунтів, представлених різнорідними відходами виробництва (шлак, метал), будівельно-побутовим сміттям (бетон, цегла, деревина, щебінь). Насипні ґрунти підстилаються товщею лесових суглинків та супісків, алювіальними і неогеновими пісками і кристалічними породами (гранітами). Природні ґрунти під хвостосховищами забруднені на значну глибину. Ґрунт на території проммайданчиків ПХЗ в теперішній час придатний тільки для зростання деревно-трав'янистої рослинності. В сільськогосподарському виробництві використовуються орні землі в 4 км південь і на північ проммайданчика за межами промислової і селітебної зони міста.

Основними можливими шляхами потенційного впливу на населення об'єктів ПХЗ є: атмосферне перенесення радону-222; вітровий рознос радіоактивного пилу; споживання сільгосппродуктів, вирощених в межах впливу хвостосховищ; несанкціонований доступ на забруднені території.

3.2. Участь атмосферного повітря у розповсюдженні радіологічного впливу хвостосховищ ПХЗ на прилеглі території

Атмосферна дисперсія радону з хвостосховищ. Попередні розрахунки були виконані як окремо для кожного, так і спільний інтегрований внесок хвостосховищ, в радіаційний стан місцевості при сучасному стані покриття. Для гірших метеорологічних сценаріїв поширення радону в повітрі зона викиду радону має обмеження до 300 м, з концентрацією в 50 Бк/м^3 . Тобто при сучасних умовах покриття хвостосховищ і навіть при інтегральному впливу всіх джерел забруднення, радон не може поширитися за межі існуючого огороження проммайданчика. У гіршому випадку дисперсії радон вносить 15 Бк/м^3 до фону в найближчій точці житлової зони. Середньорічний внесок радону з хвостосховищ становить 1 Бк/м^3 , що не суттєво для формування дози в порівнянні з іншими інгаляційними факторами опромінення.

Таблиця 3.1 – Рівні впливу об'єктів ПХЗ на населення.

Найменування площадки (населеного пункту)	Об'єкти, формуючий вплив	Індивідуальна ефективна доза опромінення, мЗв/рік			
		когорта опромінених осіб	усього	в тому числі від	
				гамма-випромінення	інгаляційний шлях
сел. Карнаухівка, Миколаївка	Хвостосховища: «Західне», «Центральний Яр», «Південно-східне», «Дніпровське». Забруднені ПРН поверхні площадок, будівель, споруд	3 місяці	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$2,21 \cdot 10^{-2}$
		1 рік	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-2}$
		5 років	$6,4 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-2}$
		10 років	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$5,85 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$
		15 років	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$1,55 \cdot 10^{-1}$
		Дорослий	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$1,72 \cdot 10^{-1}$
сел. ПТФ, Таромське, Горького	«Сухачівське» (I, II секції), «База С»	3 місяці	$2,24 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$2,24 \cdot 10^{-1}$
		1 рік	$4,23 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$4,23 \cdot 10^{-1}$
		5 років	$7,02 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$7,02 \cdot 10^{-1}$
		10 років	1,16	$1,31 \cdot 10^{-5}$	1,16
		15 років	1,6	$1,31 \cdot 10^{-5}$	1,6
		Дорослий	1,82	$1,31 \cdot 10^{-5}$	1,82

Однак можливий внесок джерел радонового забруднення це – опромінення людей нехтуючих правилами безпеки на території хвостосховищ. Цей сценарій можна розглядати у зв'язку з відсутністю відповідного огороження яке було демонтовано у зв'язку з технічними причинами і не було відновлено, а також близькості до об'єктів селітебної зони.

Перенесення радіоактивного пилу. Результати моделювання переносу радіоактивного пилу з території виробничих майданчиків, показали що коли сила вітру буде 12 м/с протягом 5 діб радіаційний вплив на населення сел. Таромское, Карнаухівка, Горького та Соцмістечко за рахунок перенесення аерозолів становитиме від 10 до 70 мкЗв, що не несе сильного радіоактивного ризику для населення, однак не виключений сценарій накопичення перенесених вітром частинок за межами хвостосховищ та у сукупності утворення ними більш серйозною радіоактивною небезпеки.

Максимально очікувані додаткові до фону дози опромінення за рахунок інгаляційного виносу пилу з осушених ділянок хвостосховища «Сухачівське», становлять 80-100 мкЗв, хоча для людей, що знаходяться безпосередньо поряд джерела опромінення, дози можуть бути на порядок сильніше. На сьогоднішній день не маючи природного достатнього приливу води хвостосховище поступово висихає, збільшуючи кількість роздмуханого вітром пилу.

Як приклад розглянемо результати додаткової обробки даних проведених раніше досліджень в районі декількох сховищ радіоактивних відходів ПХЗ в Дніпропетровському районі: «База С» і хвостосховищі «С» («Сухачівське»). Його 1-я секція не законсервована. Поверхня «дзеркала» води непостійна і не покриває всю площу секції (Рис.3.1,а,б). 2-я секція в даний час знаходиться в експлуатації. Безпосередньо поряд з хвостосховищами знаходяться сільгоспугіддя.

Вимірювання потужності дози (середнє з трьох вимірів) проводилися на висоті 1 м в місцях, відповідних точкам сітки. Проби ґрунту бралися на глибині 10-20 см і поміщалися в маркіровані алюмінієві бокси, які надалі транспортувалися до лабораторії. Проби рослинності (різнотрав'я, амброзія, соняшник, просо, кукурудза) відбиралися в тих же місцях, що і ґрунт. Проби поміщалися в поліетиленові пакети, на листку паперу наносився номер точки відбору і дата відбору проби, все це поміщалося ще в один поліетиленовий пакет, ретельно зав'язувалося і надалі транспортувалося в лабораторію.

Вимірювання питомої активності ґрунтів і рослинності проводилося в лабораторії ІППЕ НАН України за допомогою бета-радіометра РУБ-01П з блоком детектування ДБЖБ-06П1. Радіометр дозволяє проводити вимірювання в широкому діапазоні енергії β -випромінювання і досліджувати великий набір радіонуклідів: Sr^{90} , Cs^{137} , Co^{60} , K^{40} та ін.. Кожному з цих нуклідів відповідають свої значення чутливості бета-радіометра і відносні коефіцієнти переходу від чутливості бета-радіометра при вимірюванні активності зразкового джерела, по якому проводилася перевірка даного блоку детектування до чутливості цього блоку при вимірюванні активності в пробі.

Вимірювання проводилися в умовах природного фону, що не перевищує 20 мкР/год. Робота з бета-радіометром здійснювалася без розміщення блоку детектування в свинцевому захисті. При цьому нижня межа діапазону вимірювань (поріг чутливості), залежно від величини зовнішнього γ -фону, дещо збільшується. Тому для оцінки нижньої межі діапазону вимірювань були проведені спеціальні вимірювання кількості імпульсів фонового випромінювання. З урахуванням рівня власного фону використаних блоків детектування

(БДЖБ-06П1 і БДЖБ-06П2) нижня межа діапазону вимірювань склала приблизно один імпульс за секунду. Для кожної проби ґрунту і рослинності проводилося десять замірів швидкості рахунку імпульсів з часом експозиції 10 с кожен.

За початкове значення бралось середнє з цих вимірювань. Перехід від вимірної швидкості рахунку імпульсів струму до питомої активності проб здійснювався з урахуванням чутливості бета-радиометра з конкретним блоком детектування.

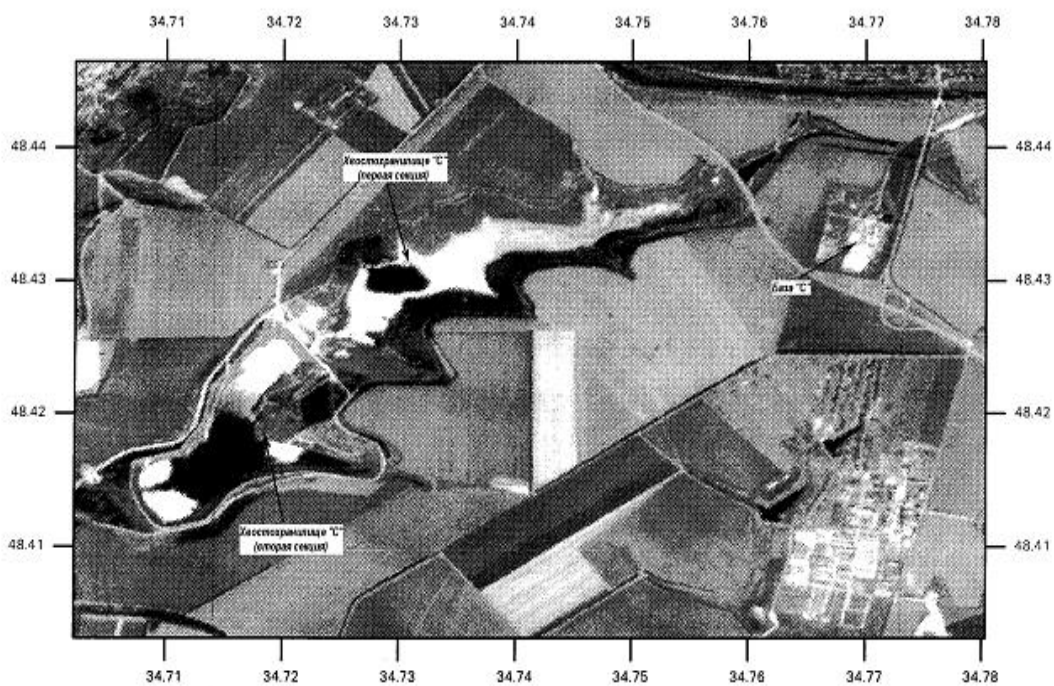
Результати проведених польових досліджень наведені на рис.3.2 у вигляді картосхем розподілу значень γ -фону, питомої активності ґрунту і рослинності (без поділу за видами). Відомості про питому активності останніх представлені на рис.3.3. Також привертає увагу факт відсутності значимої просторової попарної залежності цих величин (Рис.3.4, 3.5). Не поліпшується ситуація і при «звуженні» досліджень до окремих видів рослинності (Рис.3.6, 3.7). Також слід відзначити наступні основні просторові особливості радіологічної обстановки в районі розглянутих сховищ (рис.3.2):

1) аномалії ПЕД локалізовані біля кордонів розглянутих сховищ і не дають достатньої інформації про просторовий розподіл радіоактивного забруднення навколишнього середовища;

2) аномалії питомої активності ґрунту свідчать про довготривалі процеси надходження радіонуклідів на територію оконтурюючу сховище: на північному сході і на сході від «Бази С» (під'їзні шляхи) - втрати при підвезенні і запиленні радіонуклідо-вмістної сировини і відходів, на північ від 1-ї секції хвостосховища «С» (пульпопровід від ПХЗ) втрати-«протікання» радіоактивних відходів у вигляді пульпи, на південний-схід від хвостосховища «С» (особливо його 1-ої секції) ймовірно результат запилення сухої поверхні цього сховища, на південний-захід від

хвостосховища «С» (вниз за балкою Рассоловатою) - ймовірні результати інфільтраційних втрат з цього сховища;

а)



б)

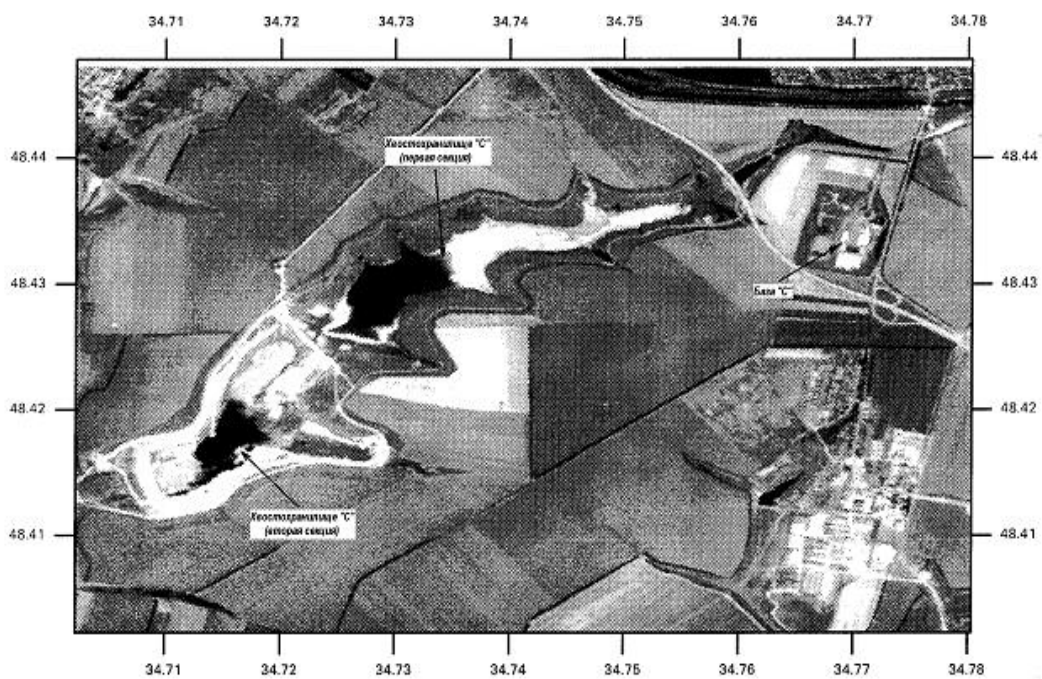


Рисунок 3.1-Космознімки хвостосховищ радіоактивних відходів "ПХЗ" (хвостосховище "С" та "База С") 1991р.(а) та 1995 р.(б)

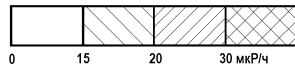
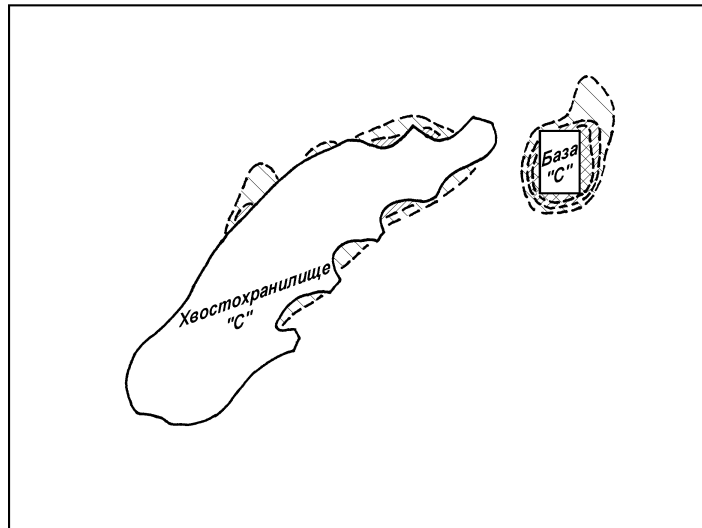
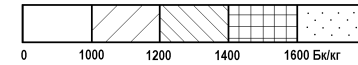
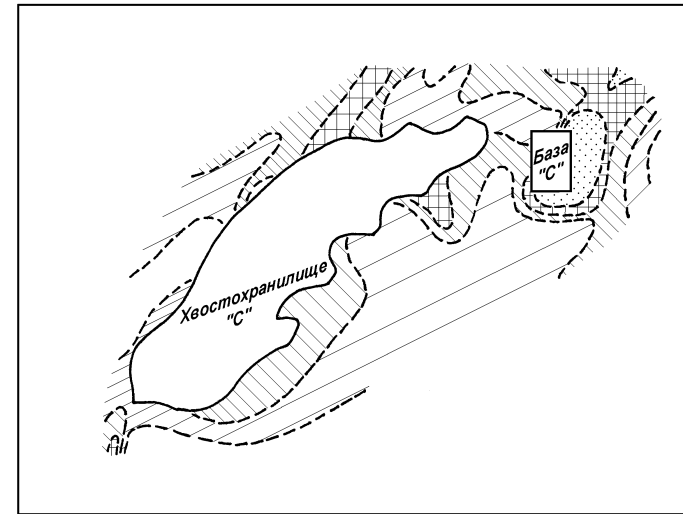
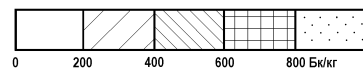
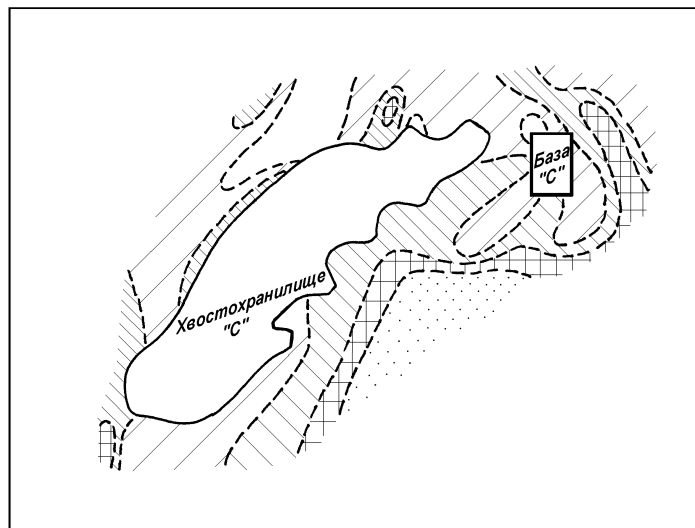
а**б****в**

Рисунок 3.2 – Схеми радіологічної ситуації в районі сховищ радіоактивних відходів Придніпровського хімічного заводу (сел. Таромське, м. Дніпро та м. Кам'янське): а - γ -фон; б - питома активність ґрунту (Cs^{137}); в - питома активність рослинності (Cs^{137}).

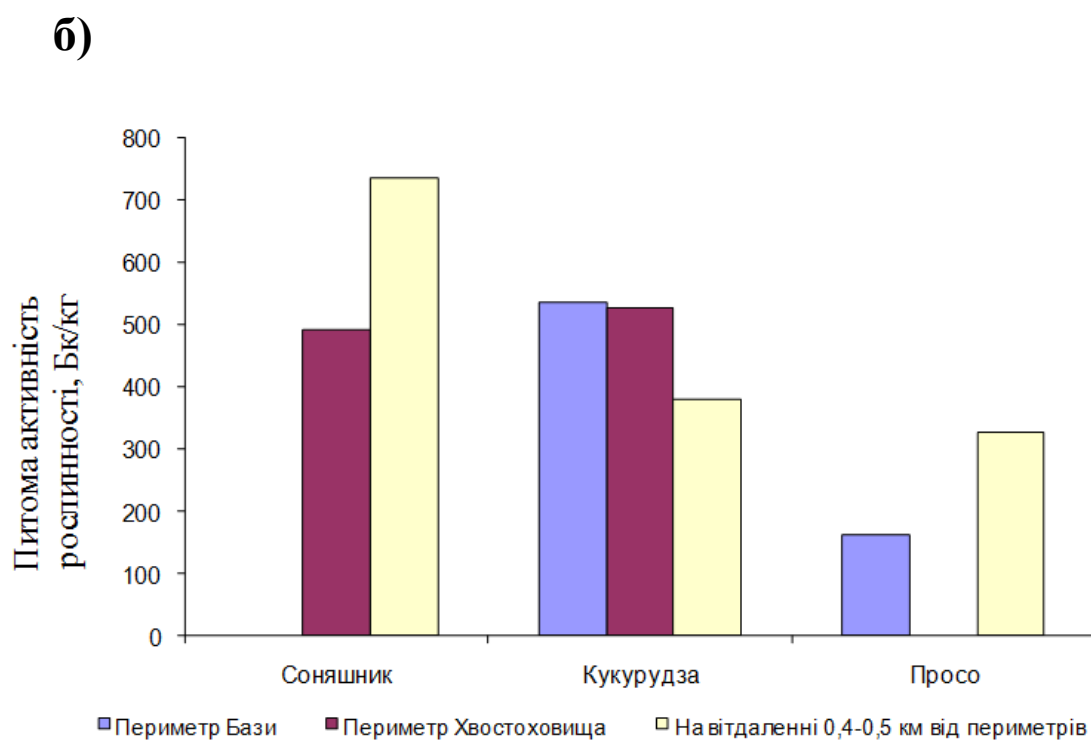
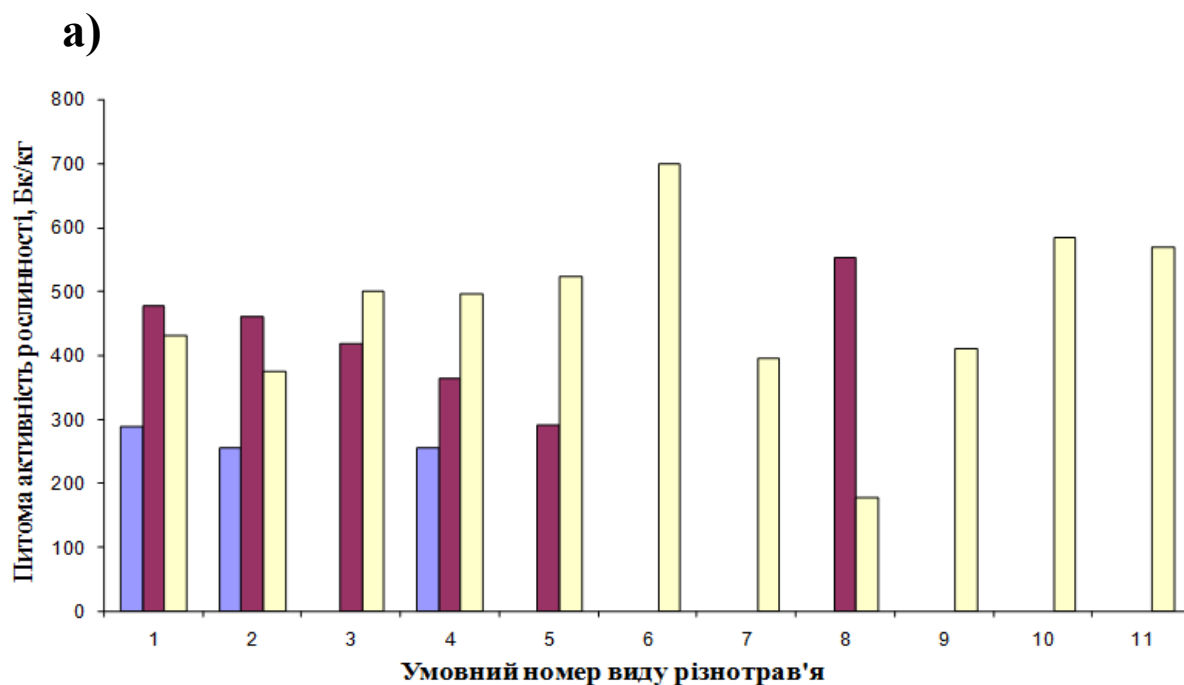


Рисунок 3.3 – Питома активність (по Cs^{137}) різотрав'я (а) (умовні номери: 1 - пижма звичайна, 2 - костриця овеча, 3 - плевел багаторічний, 4 - цикорій звичайний, 5 - мишій сизий, 6 - амброзія полинолиста, 7 - мишій зелений, 8 - деревій звичайний, 9 - овсец опушений, 10 - пупавка польова, 11 - овес порожній, вівсюг) і сільгоспродукції (б) в районі «Бази С» і Хвостоховища «С» (сел.Таромское, м.Дніпро).

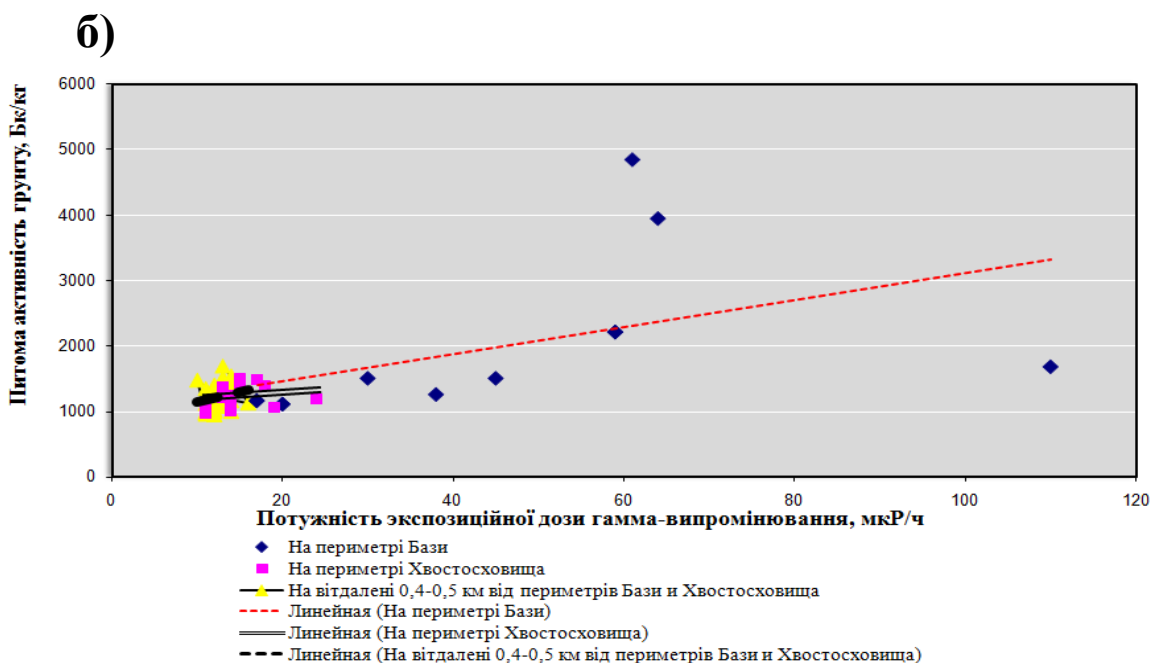
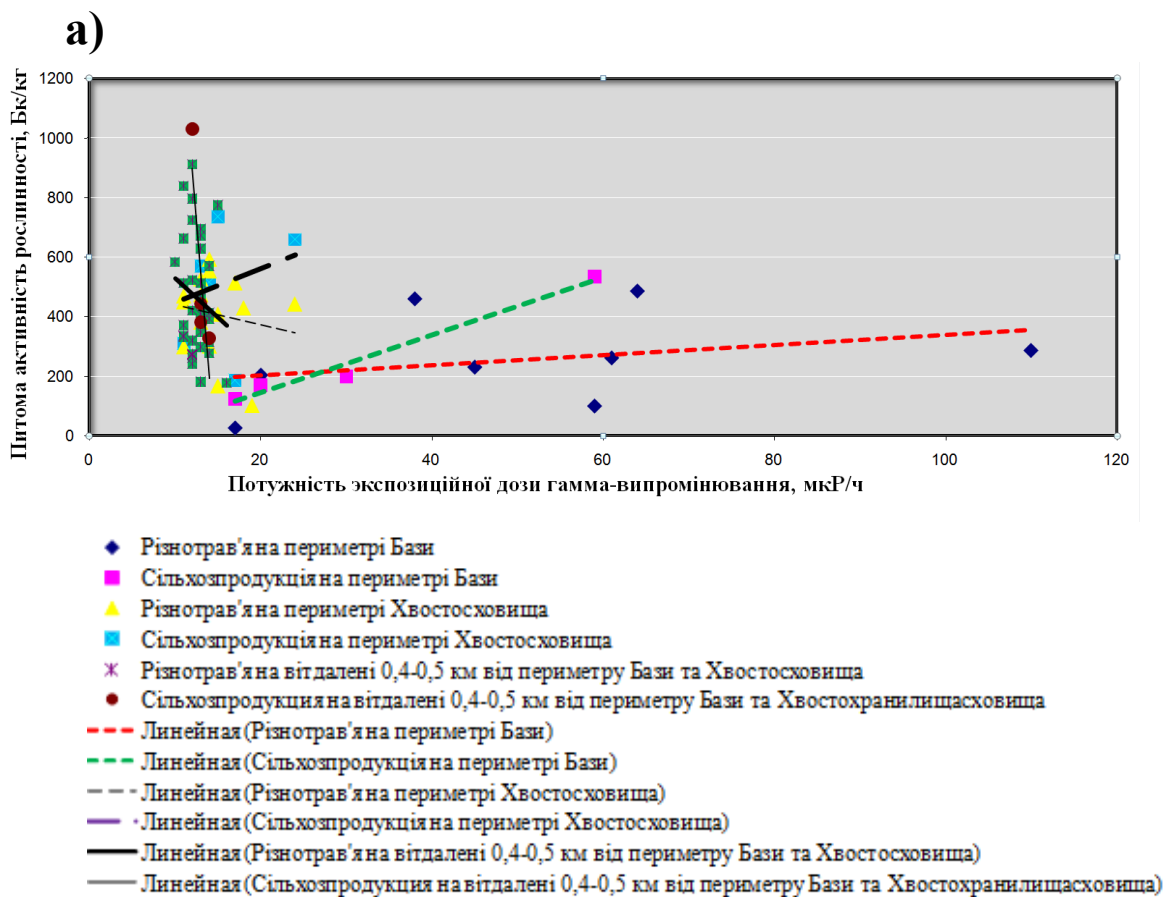


Рисунок 3.4 – Поле кореляції і лінійні тренди залежностей значень питомої активності Cs^{137} рослинності (а) і ґрунту (б) і потужності експозиційної дози γ -випромінювання в районі «Бази С» і Хвостосховища «С» (сел.Таромське, м.Дніпро).

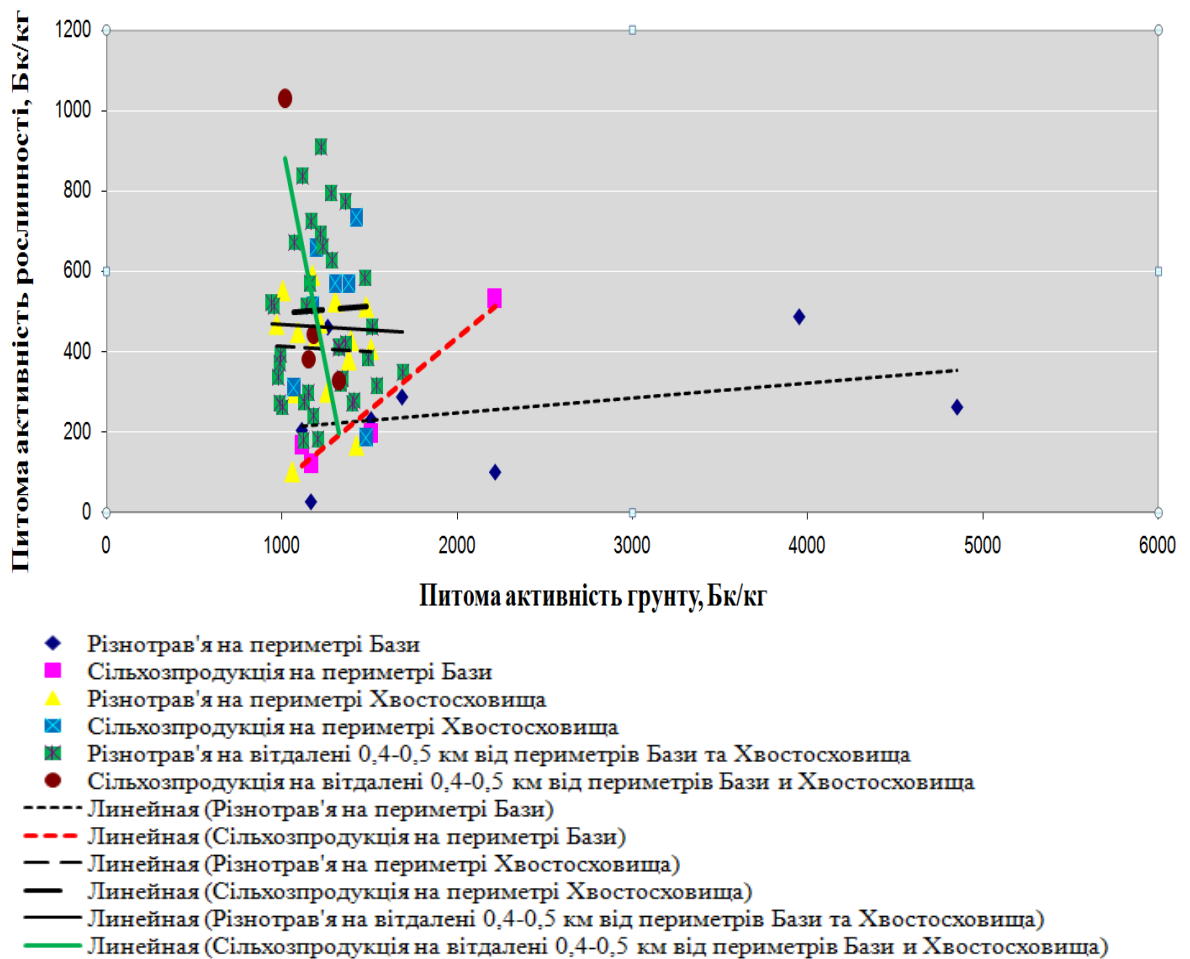


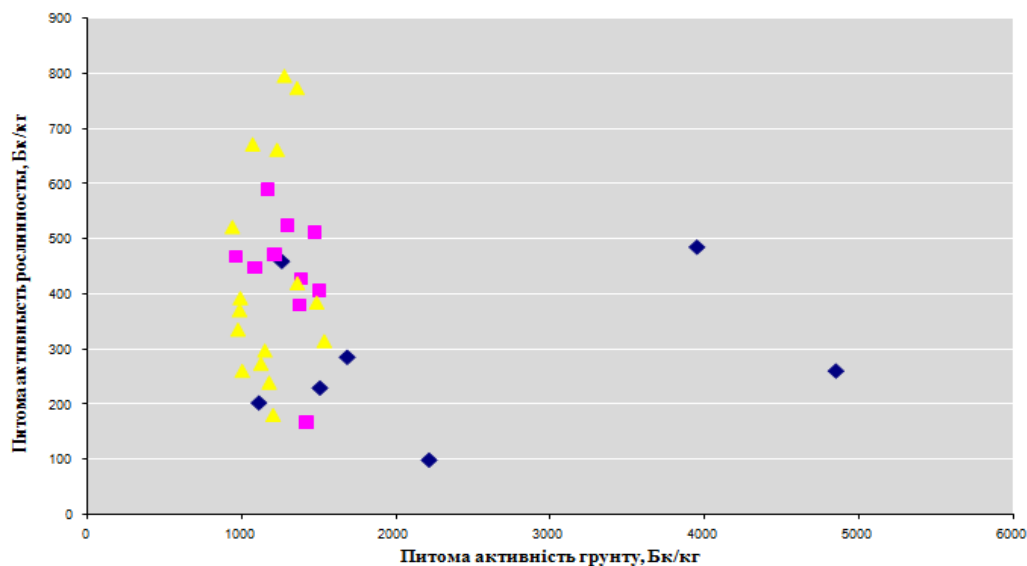
Рисунок 3.5 – Поле кореляції і лінійні тренди залежностей значень питомої активності ґрунту і рослинності (по Cs^{137}) в районі «Базі С» і Хвостосховища «С» (сел.Таромське, м.Дніпро)

Для радіометричного γ -контролю були вибрані маршрути навколо об'єкту контролю (по периметру огорожі) і по радіальних напрямках з інтервалом: для проведення γ -контроля - 200 м, для відбору проб ґрунту і рослинності - 400 м або в місцях підвищеного γ -фону (згідно вимог Методичних рекомендацій за оцінкою радіаційної обстановки в населених пунктах). Вимірювання потужності дози γ -випромінювання проводилося за допомогою радіометра СРП-84 і дозиметра ДРГ-05М.

3) аномалії питомої активності рослинності частково відповідають зазначеним особливостям поверхневого забруднення ґрунту, але загальною

тенденцією на цій території є «відрив» на схід і південний-схід радіоактивних аномалій в рослинності від своїх першоджерел - сховищ відходів ПХЗ. Останнє пояснюється нами локальним впливом метеорологічних факторів.

а)



б)

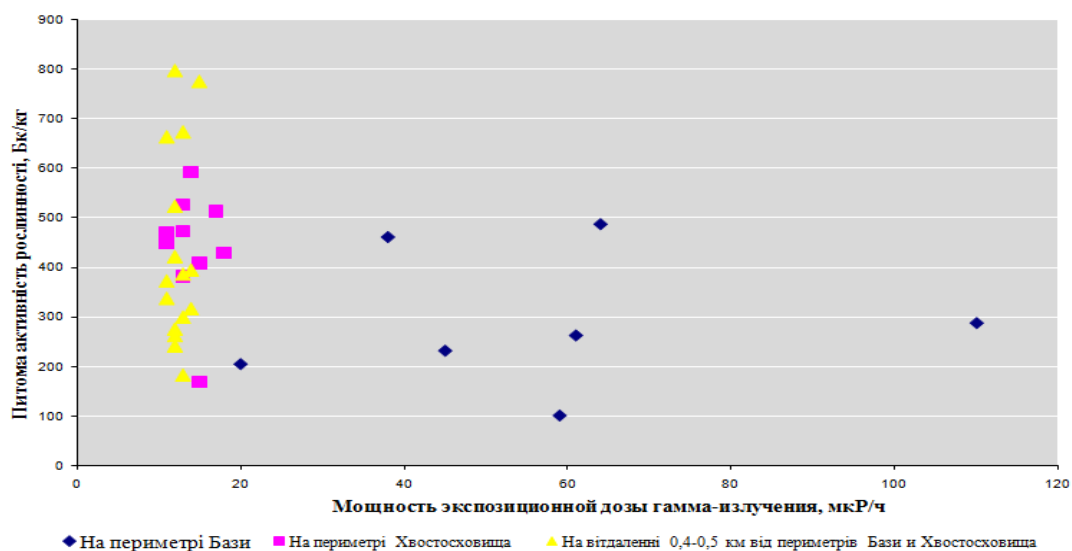


Рисунок 3.6 – Поля кореляції значень питомої активності (по Cs^{137}) пшени звичайної і ґрунту (а), потужності експозиційної дози гамма-випромінювання (б) в районі «Базис С» і Хвостосховища «С» (сел.Таромське, м.Дніпро).

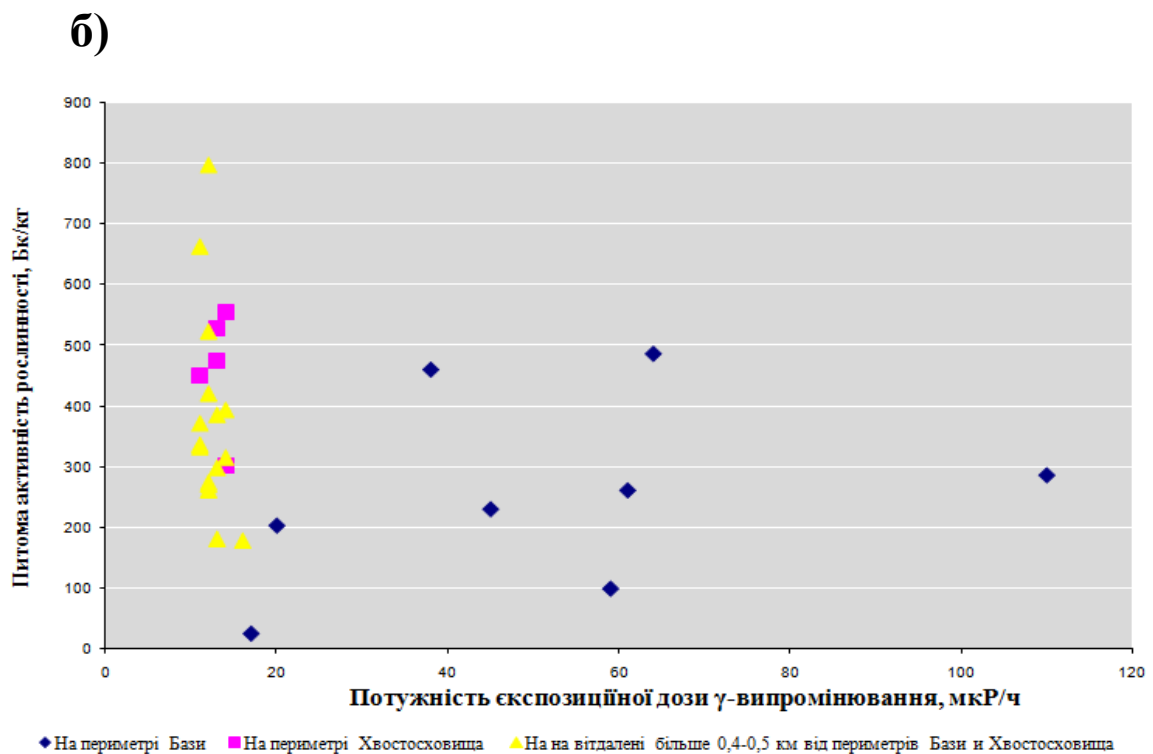
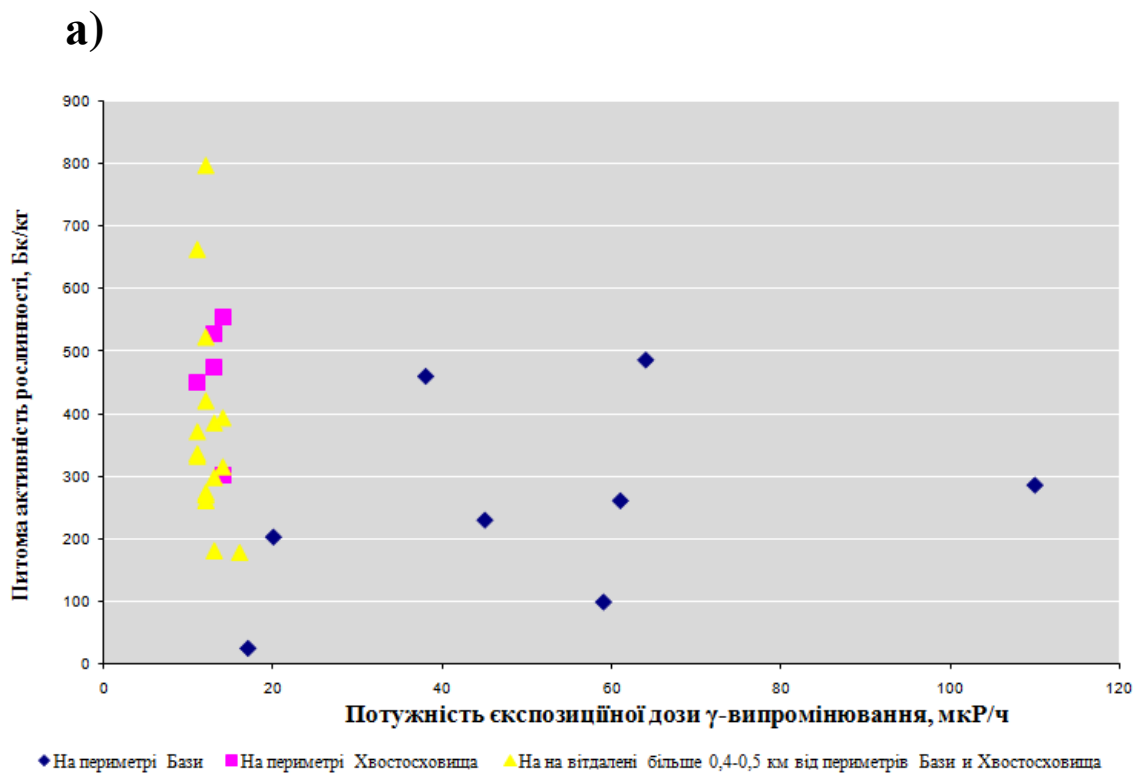


Рисунок 3.7 – Поля кореляції значень питомої активності (по Cs^{137}) костриці овечої і ґрунту (а), потужності експозиційної дози гамма-випромінювання (б) в районі «Бази С» і Хвостосховища «С» (сел.Таромське, м.Дніпро).

На рис.1.5 видно, що в розі вітрів, при загальній багаторічній «симетричності», існують роки з різким переважанням окремих напрямків (наприклад, в 1996 р переважаючим був північно-східний напрямок). А також в районі мм. Дніпро і Кам'янське в літню пору (в період вегетації рослинності) закономірно переважають східні вітри.

Забруднення сільгосппродуктів. За результатами моделювання можна зробити наступний висновок основним фактором радіоактивного забруднення сільгосппродуктів є рознос пилу з сухих поверхонь (пляжів) хвостосховищ та забруднення ґрунтових вод радіоактивними відходами, але на момент проведення останніх вимірювань забруднення були визначені на рівні $<7,3$ мкЗв/год, що не перевищує фонового рівня, однак дане значення вимагає регулярних вимірювань і ймовірно може збільшуватися залежно від кількості винесених ґрунтовими водами радіоактивних частинок і продуктів їх розпаду.

3.3. Радіологічний вплив на водне середовище.

Найбільш мобільним в перенесенні разом з водою є уран. Концентрації даного радіаційного елемента в тілі хвостосховищ перевищують ГДК для питної води в десятки-сотні разів. Істотно забрудненими також є ґрунти, що пролягають у зоні аерації водоносного горизонту під ложем сховищ та на перших сотнях метрах у глибину від сховищ. Крім радіаційних речовин значний внесок у забруднення техногенного і алювіального горизонтів в зоні впливу хвостосховищ вносять: нітрат-іон, хлор-іон, сульфат-іон, натрій і калій, концентрації яких перевищують ГДК в питній воді від 10 до 100 разів, а також трасерними елементами: свинцем, марганцем та іншими, тому в довготривалій перспективі слід очікувати істотний вплив хвостосховищ на хімічне забруднення підземних вод.

Відходи у сховищах складаються з наливних відкладень, представлених супісками та суглинками потужністю 7-27 м. При цьому у хвостосховищах «С» у I та II секціях присутня явно виражена рідка фаза, у вигляді невеликих ставків у центральній частині (Рис.3.1) та можна також припустити присутність менш вираженої рідкої фази у сховищах «База С» та «ДП №6», а оскільки як було зазначено раніше сховища не були спеціально підготовленими та ізолюваними від водоносних горизонтів їх можливий вплив на водне середовище не можна заперечувати. Літологічні умови створення сховищ та основні шляхи розповсюдження забруднення наведено вище у Табл.2.2, а можлива схема їх розповсюдження виходячи з їх геоморфологічних умов утворення наведено на Рис 3.8, 3.9.

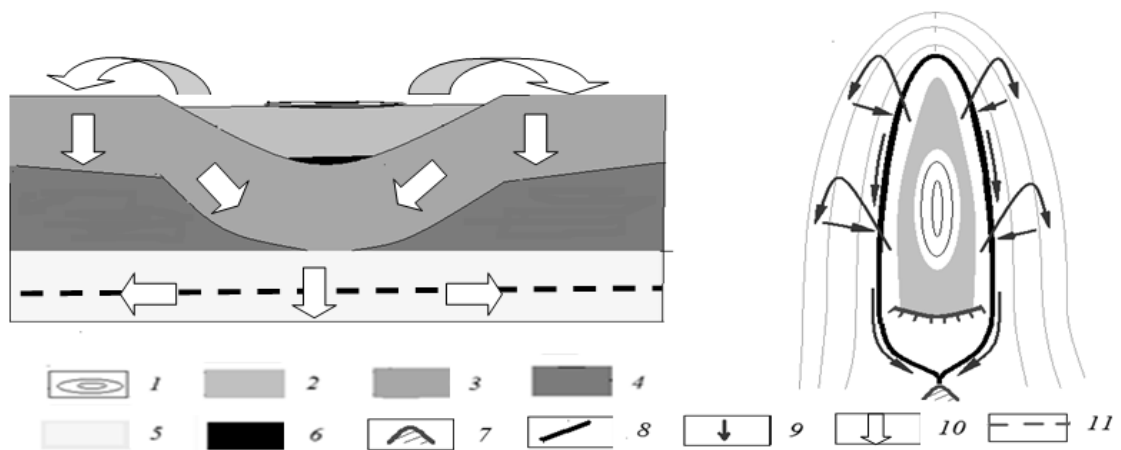


Рисунок 3.8 – Схематична будова ВЧР сховищ РАВ ярово-балкового типу (Хвостосховища «С» I та II секції) та потенційні напрямки розповсюдження радіоактивного забруднення (1 – поверхнева вода, 2 – радіоактивні відходи, 3 – суглинки Q_{2-3} , 4 – глини N_{1-2} , 5 – пісок N_1 , 6 – ґрунтово-бітумний екран, 7 – радіоактивна аномалія, 8 – обвідні канали, 9 – можливий шлях розповсюдження забруднення при порушенні технології експлуатації (пиління з сухих «пляжів»), 10 – основні потенційні напрямки розповсюдження забруднення, 11 – рівень водоносного горизонту

Район розташування уранових об'єктів ПХЗ знаходиться в межах Середнього Придніпров'я, в долині річки Дніпро на правобережній

піднесеній рівнині більшу частину якої займає вододільне плато і його пологі схили з абсолютними відмітками 101-170 м.

Для району робіт характерно широкий розвиток ерозійної мережі у вигляді балок і ярів, гирла яких досягають річок Дніпро і Суха Сура (притока р. Мокра Сура, яка у свою чергу є правою притокою р. Дніпро), яка протікає з північного сходу на південний схід в 5 км на південний захід від хвостосховища «Сухачівське». У СЗЗ хвостосховища «Сухачівське» і «База С» знаходяться два невеликих ставка у верхів'ї секції за насипом автомагістралі, а також невеликі ставки нижче і на південь від огорожувальних дамб секції та струмок в б. Рассоловатій. Решта ставків і водотоків мають природний водний режим. Харчування здійснюється в основному за рахунок атмосферних опадів і залежить від їх поверхневого припливу. Всі ставки району за винятком декількох невеликих ставків у секції I і струмка б. Рассоловатій, використовуються для культурно-побутових і рибогосподарських цілей.

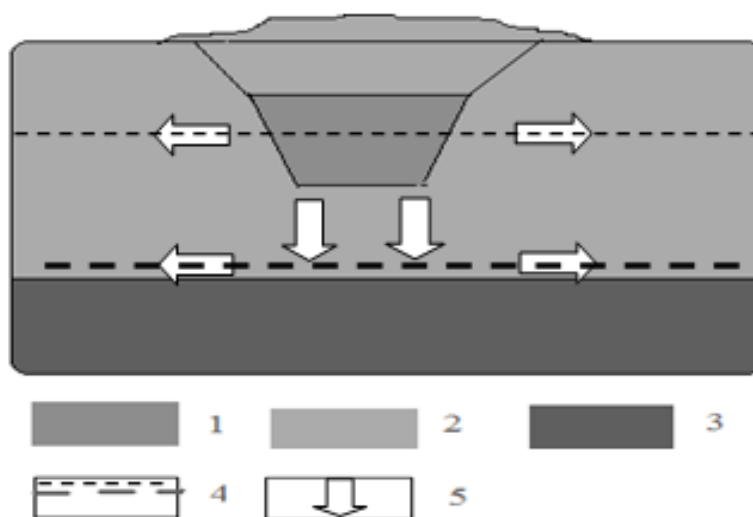


Рисунок 3.9 – Схема сховища відходів поверхневого типу («База С» і «ДП №6»): 1– радіоактивні відходи, 2 – лесовидні суглінки, 3 – глини, 4 – рівень водоносного горизонту (верхня лінія – прогнозний потенційно небезпечний, нижня лінія – сучасний), 5 – потенційні напрямки розповсюдження забруднення.

Річка Дніпро протікає в 4,2-4,4 км від хвостосховища «Сухачевське» і «Бази С». Для мікрокомпонентного складу води вище і нижче створу досліджуваних об'єктів характерно збільшення вниз за течією концентрацій іонів барію, титану, марганцю, нікелю, лантану, літію, цинку, стронцію, цирконію. Крім того в р. Дніпро періодично відзначається перевищення ГДК для питної води за змістом ряду компонентів: сухого залишку, сульфатів, нітратів, амонію, фенолу, нафтопродуктів, БПК, ХПК. Вміст контрольованих в воді р. Дніпро радіонуклідів урану-238 і радію-226 значно нижче ДКВ, встановлених НРБУ-97 для питної води. Однак відзначається тенденція до збільшення концентрації нижче створу досліджуваних об'єктів (сел. Карнауховка), а також повсюдне перевищення фонові концентрації урану – 0,0013-0,0017 Бк/дм³. Основним джерелом надходження радіонуклідів в р. Дніпро є розвантаження забруднених підземних вод.

У зоні потенційного впливу досліджуваних хвостосховищ знаходяться перші від поверхні водоносні горизонти, з якими найбільш ймовірна гідравлічний зв'язок шламових вод. У зоні спостереження досліджуваних об'єктів найбільшого поширення мають водоносні горизонти в четвертинних алювіальних і лесових, а також неогенових відкладеннях.

У зоні гідравлічної взаємозв'язку з водоносним горизонтом в лесових відкладеннях, знаходяться досліджувані об'єкти: «Сухачівське 1-2», «Лантанова фракція» і «База С», розташовані на плато. Інші об'єкти ПХЗ знаходяться гіпсометрично нижче даного горизонту, а отже, не впливають на нього. Зона впливу хвостосховищ на горизонт визначається його рівневим режимом і рівнями шламових вод, напрямком потоку вод і міграційною здатністю забруднюючих речовин.

Зона впливу хвостосховища «Сухачевське» на лесовий водоносний горизонт, визначена за результатами спостережень і моделювань, становить смугу шириною в 150 м, що починається від середини I секції і проходить вздовж бортів I і II секцій. Зона впливу «Бази С» на лесовий водоносний

горизонт проявляється під її територією (вертикальна міграція радіонуклідів) під впливом інфільтрації атмосферними опадами. Поширення забруднення з «Бази С» може досягти верхів'я балки, в якій знаходиться хвостосховище «Сухачівське 1-2». Радіонуклідної склад лесового горизонту характеризується вмістом урану-238, радію-226, торію-230 в концентраціях нижче PC_B^{ingest} як в межах так і за межами зони впливу.

Таблиця 3.2 – Радіонуклідний склад підземних і шламових вод.

Місце опробування	Вміст, Бк/дм					Кс
	^{238}U	^{226}Ra	^{230}Th	^{210}Pb	^{210}Po	
«База С» (грунтові води)	н/вияв	0,04-2,7	0,06	0,4	<0,04	0,93-2,7
Хвостосховище «С» (шламові води)	0-2,09	0,04-0,24	0,044-0,23	0,35-4,96	0,04-0,88	1,1-10,1
Лесовий водоносний горизонт						
у зоні впливу	$\frac{0-1,72}{0,49}$	$\frac{0-0,11}{0,05}$	$\frac{0-0,14}{0,04}$	$\frac{0,13-1,11}{0,51}$	$\frac{0-0,14}{0,02}$	$\frac{0,3-2,42}{1,28}$
поза зоною впливу	$\frac{1-1,72}{0,61}$	$\frac{0-0,24}{0,08}$	$\frac{0-0,19}{0,07}$	$\frac{0,2-0,81}{0,43}$	$\frac{0-0,23}{0,05}$	$\frac{0,51-2,75}{1,33}$
Неогеновий водоносний горизонт						
у зоні впливу	$\frac{0-1,23}{0,42}$	$\frac{0-0,18}{0,09}$	$\frac{0-0,34}{0,07}$	$\frac{0,19-3,33}{0,71}$	$\frac{0-0,09}{0,02}$	$\frac{0,26-7,63}{1,69}$
поза зоною впливу	$\frac{0-1,23}{0,31}$	$\frac{0-0,51}{0,09}$	$\frac{0-0,36}{0,07}$	$\frac{0,13-1,54}{0,45}$	$\frac{0-0,07}{0,02}$	$\frac{0,3-4,02}{1,24}$
PC_B^{ingest} (НРБУ-97)	10	1	1	0,5	0,2	<1

Шламові води хвостосховища «Сухачівське» і ґрунтові води під сховищем «База С» характеризуються приблизно тими ж концентраціями цих радіонуклідів, за винятком радію-226 зафіксованого у ґрунтових водах під сховищем «База С» – 2,70 Бк/дм³, що перевищує PC_B^{ingest} у 2,70 рази. Свинець-210 і полоній-210 містяться в шламових водах в концентраціях які перевищують допустиме значення у 4,40-9,90 разів. Вміст свинцю-210 у лесовому горизонті, практично повсюдно, перевищує PC_B^{ingest} від 1,62 до 2,22 разів. Відзначено також одиничне перевищення умісту полонію-210 (до 1,15

PC_B^{ingest}) за межами зони впливу хвостосховищ «Сухачевське» (можливо у місці проливу пульпопроводу).

Сумарний показник забруднення радіонуклідами (Кс) змінюється від 0,20 до 2,75 найчастіше перевищуючи 1,0, що свідчить про радіонуклідне забруднення горизонту на більшій частині території. Основний внесок у забруднення вносять свинець-210 (до 52-98%) і полоній-210 (до 43%). Широке поширення радіонуклідного забруднення, в тому числі за межами зони впливу хвостосховищ «Сухачевське 1-2», свідчить про наявність джерел забруднення, не пов'язаних безпосередньо з урановими об'єктами ПХЗ.

Щодо водоносного горизонту в неогенових відкладеннях – потік підземних вод спрямований на північ, північний схід і схід у бік долин річок Дніпро і Мокра Сура, що є областю розвантаження горизонту. У зоні гідравлічної взаємозв'язку з горизонтом знаходиться сховище «Сухачівське», під днищем якого горизонт залягає на невеликих глибинах. Під днищем сховища «База С» горизонт залягає на глибині понад 75 м і відділений глинистою прокладкою від лесового водоносного горизонту, що практично виключає забруднюючий вплив об'єкта на горизонт та можливість потрапляння забруднювачів з поверхні. Зона впливу хвостосховища «Сухачівське» на водоносний горизонт приблизно повторює контур хвостосховища, розширюючись в північному та північно-західному напрямках, що пов'язано з напрямком потоку підземних вод максимум на 900 м від правого борта. Під час подальшої експлуатації хвостосховища «Сухачівське» протягом 25 років зона забруднення неогенового горизонту може просунути в сторону сел. Таромское і Карнаухівка приблизно на 1,95 км від центру секції, вийшовши при цьому за межі ССЗ хвостосховища.

Радіонуклідний склад неогенового водоносного горизонту, як в межах зони впливу хвостосховищ, так і за її межами характеризується вмістом урану-238, радію-226, торію-230 і полонію-210 в концентраціях що не перевищують PC_B^{ingest} для питної води (до 0,12-0,51 PC_B^{ingest}) і вміст свинцю-

210 в концентраціях, близьких або перевищують PC_B^{ingest} (до 0,52-6,67 PC_B^{ingest}).

Сумарний показник забруднення радіонуклідами практично повсюдно близький або перевищує 1, що свідчить про радіонуклідне забруднення горизонту. Основний внесок в це забруднення вносить свинець-210. Широкомайданне поширення радіонуклідного забруднення, у тому числі і за межами впливу хвостосховища, свідчить про наявність інших джерел, які формують радіонуклідної склад неогенового горизонту. Водоносний горизонт в неогенових відкладеннях не використовується для централізованого водопостачання. Раніше води неогенового горизонту використовувалися для госпитного водопостачання невеликих об'єктів в сел. Таромське, Сухачівка, Орджонікідзе за допомогою окремих водозабірних свердловин. Нині свердловини не використовуються з причини низької обводненості горизонту. На схилах балок в сел. Таромське неогенових горизонт каптується декількома колодзями з незначним дебітом.

Ставки в районі хвостосховища «Сухачевське» знаходяться в перегороджених дамбами отвершках балок поблизу сел. Горького, Орджонікідзе та Птахофабрика, а також в обгородженому, близь сел. Таромське, затоці річки Дніпро. Хімічний склад поверхні вод змінюватися від сульфатного натрієво-кальцієвого до сульфатно-гідрокарбонатно-магнієво-натрієвого з сухим залишком від 0,25 до 1,4 г/дм³. В цілому в зоні спостереження, як і для всього басейну р. Суха Сура, характерно забруднення продуктами розпаду і окислення органічних речовин рослинного і тваринного походження, а також привнос забруднення поверхневим стоком з водозбірної території.

Радіонуклідної склад струмка і ставків характеризується наявністю і вмістом наступних елементів: уран-238, радій-226, торій-230, полоній-210 і свинець-210. Уран-238, радій-226, торій-230 зустрічаються в концентраціях, що не перевищують норми для питної води, проте практично повсюдно

зустрічається перевищення цієї норми по полонію-210 і свинцю-210 (більш детально у Табл.3.3).

Сумарний показник забруднення радіонуклідами змінюється від 0,44 до 2,84, що дозволяє вважати всі досліджувані водойми забрудненими радіонуклідами. Вплив хвостосховищ на сусідні поверхневі водойми визначається їх гіпсометричним станом і технологією експлуатації або консервації.

Таблиця 3.3 – Радіонуклідний склад ставків та струмків у районі робіт

Нуклід	ставок у с.Таромське		ставок у с.Горького		ставок нижче II секції		струмок у б. Рассоловатій	
	Бк/дм ³	Кс	Бк/дм ³	Кс	Бк/дм ³	Кс	Бк/дм ³	Кс
²³⁸ U	н/вияв	-	н/вияв	-	н/вияв	-		
²²⁶ Ra	н/вияв	-	н/вияв	-	н/вияв	-		
²³⁰ Th	н/вияв	-	0,04	0,04	н/вияв	-		
²¹⁰ Pb	0,24	0,48	0,3	0,6	0,22	0,44	$\frac{0,19 - 0,67}{0,41}$	$\frac{0,38 - 1,34}{0,82}$
²¹⁰ Po	0,34	1,7	0,44	2,2	н/вияв	-	$\frac{0,04 - 0,15}{0,09}$	$\frac{0,2 - 0,075}{0,45}$
Кс	-	2,18	-	2,84	-	0,44	-	$\frac{1,04 - 2,2}{1,39}$

Виходячи з умов експлуатації та консервації хвостосховищ «Сухачевське 1-2» і «Бази С», в якій не передбачався стік шламових вод у гідрографічну мережу, можна зробити висновок про те, що хвостосховища не мають прямий поверхневий вплив на водойми і водотоки. А виходячи з гіпсометрії хвостосховища можна зробити висновок про те що між водотоками, водоймами і сховищами, можливо, є гідравлічний зв'язок, що означає те, що забруднення може надавати розвантаження в водотоки і водойми, підземних вод. Крім того забруднення може надходити в результаті

вітрового розносу або змиву атмосферними опадами пилу і аерозолів з забрудненої поверхні об'єктів.

Основний довгостроковий вплив від хвостосховищ ПХЗ обумовлений міграцією радіонуклідів в підземних водах. Основними причинами розповсюдження забруднення від сховищ відходів є водоносні горизонти, «літологічні вікна», метеорологічні чинники та техногенні фактори (неправильна експлуатація та будівництво, техногенна діяльність на прилеглих територіях, перевищення прогнозованого часу експлуатації). Для попередження розповсюдження забруднення від відходів у глибині водоносні горизонти через зони підвищеної проникливості ВЧР необхідно застосувати методику комплексних геофізичних досліджень, яка б встигла визначити процес забруднення водоносного горизонту у ближній зоні від джерела для вчасного проведення захисних дій. В першу чергу це електророзвідка та сейсмозрозвідка. Першим етапом є моделювання процесу розповсюдження забруднення з урахуванням властивостей відходів, вміщуючих порід, швидкості та амплітуди коливань першого водоносного горизонту, швидкості інфільтрації, процесів осідання тощо. Після аналізу будови сховищ та результатів досліджень територій наближених до сховищ, рівня забруднення води, рослин та інших компонентів верхньої частини розрізу, встановлено, що усі існуючі сховища ПХЗ (зокрема Сухачівські – Табл.3.4) постійно впливають на об'єкти навколишнього середовища.

Таблиця 3.4 – Геометрична та фізична характеристика можливого просторового забруднення як основа використання геофізичних методів

Параметр	Вміст та значення
Час експлуатації, р	44
Можливе просторове забруднення через лесовий горизонт, м	91,7
Можливе просторове забруднення через неогеновий горизонт, м	745

Параметр	Вміст та значення
З урахуванням сорбції у лесовому горизонті, м	50
З урахуванням сорбції у неогеновому горизонті, м	298
Зміна властивостей ВЧР	Питомий електричний опір, швидкість сейсмічних хвиль, радіоактивні властивості гірських порід та водоносних горизонтів
Ефективні геофізичні методи	Методи електророзвідки (ВЕЗ, ЕП, ВП), сейсморозвідки (акустичні методи), методи радіометрії у свердловинах та ін.

Виявлені особливості радіологічного стану досліджуваної території покладені нами в основу розробки раціонального комплексу геофізичних методів для системи локального радіологічного моніторингу (Табл 3.5). Ці дослідження повинні спиратися на результати площинних комплексних біогеохімічних досліджень. Тест-станції (з кількістю точок спільного відбору проб ґрунту і рослинності $n \geq 25$) повинні «накривати» встановлені ділянки радіоактивного забруднення ґрунту, а також розташовуватися уздовж радіальних маршрутів від досліджуваних радіаційно небезпечних об'єктів.

Ці маршрути (кількість $m = 4-8$) вибираються вздовж і «в хрест» простягання основних локальних геоморфологічних особливостей територій досліджень. При відсутності однозначного прояву останніх – напрями і розташування зазначених маршрутів визначаються локальними лінійними особливостями розломно-блокової тектоніки. Відбір проб рослинності (без поділу на окремі види) припустимий тільки на початковому етапі реалізації моніторингових досліджень – в подальшому необхідний контроль радіоактивного забруднення конкретних видів (в першу чергу - сільгосппродукції) рослинності. Причому на відміну від традиційного випробування ґрунту (з періодичністю 1 раз на рік або навіть 1 раз в декілька років) комплексне випробування «ґрунти + рослинність» має здійснюватися кілька разів на рік (протягом вегетаційного періоду).

Таблиця 3.5 – Раціональний комплекс геофізичних методів при вивченні територій, що примикають до хвостосховищ відходів збагачення уранових руд.

Вид зйомки (метод)	Масштаб	Основні задачі
<i>КАРТУВАЛЬНА СПРЯМОВАНІСТЬ</i>		
Гравірозовідка	1:5000 – 1:10000	Дослідження геолого-тектонічної будови
Магніторозвідка	1:5000	
Електророзвідка ВЭЗ	1:10000 – 1:25000	Визначення потужності осадового чохла
Аерогаммаспектрометрія (у гелікоптерному варіанті)	1:10000 – 1:25000	Пошуки радіоактивних аномалій (ділянок)
<i>ПОШУКОВО-ДЕТАЛІЗАЦІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ</i>		
Пішохідна γ -зйомка	1:2000 – 1:5000	Картування радіоактивних аномалій
Площинний відбір проб ґрунту рослинності з подальшим лабораторним визначенням питомої активності	1:5000 – 1:10000	Виявлення радіоактивної природи аномалій (аномальних ділянок)
Електророзвідка ЕП	1:5000	Виявлення та картування ділянок фільтрації через тіла дамб хвостосховищ та спрямованих потоків радіоактивного забруднення підземних вод.
Мікромагнітна зйомка	1:500 – 1:1000	
Ядерно-фізичні методи досліджень у свердловинах.	В наявних свердловинах	Вивчення розрізу осадового чохла та вертикального розповсюдження радіоактивного та хімічного забруднення.

Зазначені моніторингові дослідження спрямовані не тільки на вирішення гострих геоecологічних проблем регіону, а й на створення повноцінної системи підтримки першочергових управлінських рішень, в т.ч.:

охоронних – моніторинг навколишнього середовища на території населених пунктів та їх околиць, забезпечення системи оповіщення населення при загрозі виникнення небезпечних геоecологічних ситуацій;

відновлювальних – усунення наднормативних впливів, нормалізація стану окремих компонентів навколишнього середовища;

захисних – технологічних (ресурсозбереження, очистка, повторне використання та екологічно безпечне захоронення відходів, використання екологічно чистих і безпечних технологій), планувальних (функціональне зонування, створення захисних споруд, озеленення та ін.), захист окремих об'єктів навколишнього середовища, на які здійснюється значущий техногенний вплив.

ВИСНОВКИ

1. Вихід економіки України з кризи і створення умов її переходу до сталого еколого-економічного розвитку неможливий без потужного власного джерела енергетики. Зараз єдиною основою розвитку власної енергетики продовжує залишатися ядерна індустрія. Зараз розвиток ЯПЦ відноситься до числа важливих напрямків стратегічного планування, які забезпечують національну безпеку України за паливно-енергетичними показниками. Тривалий час ЯПЦ забезпечує істотну частину загального виробництва електроенергії в Україні (> 40%), що робить його стабільне функціонування важливою умовою сталого розвитку економіки як окремих регіонів, так і всієї країни.

2. Більше 10-ти років тому Україна взяла курс на створення власного повного ЯПЦ. Однак до сих пір в Україні активно розвиваються тільки окремі елементи цього циклу: видобуток і первинна переробки уранової сировини і самі атомні електростанції. Результатом їх діяльності є накопичення великих кількостей радіоактивних відходів, які мають істотний вплив на всі компоненти довкілля і людину. Незважаючи на сумний досвід аварії на Чорнобильській АЕС (наслідки якої ще довго будуть істотно обмежувати життєдіяльність населення не тільки України, а й інших європейських країн) стабільне функціонування ЯПЦ в Україні є важливою (і поки що безальтернативною) умовою сталого розвитку економіки.

3. Найбільшого радіологічного навантаження при «штатному» (не аварійному) режимі роботи об'єктів ЯПЦ відчувають території видобування та первинної переробки уранової сировини. Саме такою територією є Промислове Придніпров'я. Протягом останніх десятиліть тут накопичилося багато проблем, які потребують невідкладного вирішення. Зокрема, радіологічна ситуація в Дніпропетровській області за своєю складністю і небезпеки для людини не має аналогів в Україні. Тут протягом більше 50

років здійснювалися радіаційно-небезпечні технологічні процеси: копальнева розробка і підземне вилуговування уранових родовищ; доменна виплавка уран-залізовмісних руд; вилучення солей урану з уранових руд, їх концентратів і доменних шлаків уран-залізовмісних руд; захоронення радіоактивних відходів видобутку і збагачення уранових руд та ін. В результаті в межах цих об'єктів і на прилеглих до них територіях зафіксовано аномалії потужності експозиційної дози γ -випромінювання - до 3000 мкР/год і більше. Найбільш потенційно небезпечними для навколишнього середовища і людини є ділянки складування (хвостосховища) відходів збагачення і первинної переробки уранових руд.

5. На прикладі районів найбільших хвостосховищ ПХЗ вивчені особливості впливу відходів збагачення уранової сировини на основні компоненти навколишнього середовища. Комплексна інтерпретація аномалій потужності експозиційної дози γ -випромінювання, питомої активності ґрунту і питомої активності рослинності дозволив визначити особливості поширення техногенного радіоактивного забруднення в районах розташування об'єктів ЯПЦ.

5. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення існуючої системи комплексного екологічного моніторингу Промислового Придніпров'я (яка потребує залучення сучасних технологій діагностики як стану екосистем, так і динаміки антропогенного впливу на навколишнє середовище), шляхом посилення її радіологічної та геофізичної складових. Саме технології досліджень, які використовують комплекс геофізичних методів, дозволяють оперативно визначати стан і функціонування навколишнього середовища по малій кількості параметрів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Білашенко О.Г. До питання геолого-геофізичного прогнозування потенційних напрямків розповсюдження забруднення від сховищ радіоактивних відходів / О.Г. Білашенко, П.Г. Пігулевський, О.К. Тяпкін // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: Матер. VI Міжнародн. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2011. – С.166-168.
2. До питання екологічнобезпечного функціонування підприємств ядерно-паливного циклу в Промисловому Придніпров'ї / Н.С. Остапенко, О.К. Тяпкін, Л.В. Бондаренко, В.А. Кириченко // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – №3. – С.76-84
3. Застосування геофізичних технологій при вирішенні різноманітних завдань техногенної безпеки / П.Г. Пігулевський, В.К. Свистун, С.П. Пахомов та ін. // Геоінформатика. – 2015. – №4 (56). – С.52-59.
4. К вопросу оценки современного экогеологического состояния региона добычи и первичной переработки уранового сырья в Центральной Украине / О.К. Тяпкин, Н.С. Остапенко, Л.В. Бондаренко, В.А. Кириченко // Экологические проблемы недропользования. Наука и образование: Труды V международн. научн. конф. – Санкт-Петербург, 2012. – С.310-313.
5. Наукові засади розробки стратегії сталого розвитку України. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2012. – 714 с.
6. Тяпкин О.К. Прогнозирование развития радиологической обстановки в условиях юго-востока Украины / О.К. Тяпкин // Доповіді Національної академії наук України. – 2001. – №10. – С.116-120.
7. Тяпкин О.К. Прогнозирование направлений распространения опасного геоэкологического влияния объектов ядерно-топливного цикла на основе тектонической информации / О.К. Тяпкин // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем

природокористування та екології НАН України. – Вип.14. – Дніпропетровськ, 2011. – С.203-210.

8. Тяпкін О.К. До питання комплексування геолого-геофізичних методів в екологічному моніторингу територій, прилеглих до сховищ промислових відходів / О.К. Тяпкін, О.Г. Білашенко // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ», 2015. – №47. – С.19-26.

9. Тяпкин О.К. К вопросу радиационного воздействия горно-металлургических предприятий на окружающую среду Промышленного Приднепровья / О.К. Тяпкин, Е.С. Соломашко, В.П. Титов // Литье. Металлургия. 2020: Труды XVI Международной научно-практической конференции. – Запорожье, 2020.

10. Екологічний атлас Дніпропетровської області / Під заг. ред. А.Г. Шапара. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2009. – 64 с.

11. Экологический паспорт Днепропетровской области / Под ред. В.В. Антонова. – Днепропетровск, 2000. – 266 с.

12. Anisimova L.B., Tyapkin O.K. Prognostication of directions of dangerous influence of radioactive wastes stores // Cooperative particles: Patchy colloids, active matter and nanofluids: Proceeding of 23rd Geilo School. – Geilo, Norway, 2015. – P.4.

13. Pihulevskyi P., Tyapkin O., Anisimova L. Features of radioactive waste stores in central Ukraine // Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of XII International Scientific Conference. – Kyiv, Ukraine, 2018. – 5 p.