

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

проф. В. І. Чорна

«__» _____ 2022 р.

Пояснювальна записка

До дипломної роботи

Освітнього ступеня «магістр»

На тему: «Оцінка впливу хвостосховищ Придніпровського хімічного заводу м. Кам'янське Дніпропетровської області на якість ґрунтових вод»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,

Групи МгЕз-1-20 спеціальності 101 «Екологія»

Юрчин Євген Васильович

Керівник _____ д.б.н., проф. О.В. Федоненко

Рецензент _____ д.б.н., проф. О.М. Кунах

Консультанти:

з економіки природокористування | _____ к.е.н., М.А Полегенька

з охорони праці та безпеки в
надзвичайних ситуаціях _____ к. т. н., доц. В.В Кравець.

Дніпро 2022

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

проф. _____ В.І. Чорна

« ____ » _____ 2022 __ р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу для здобуття освітнього ступеня «магістр»

здобувачу вищої освіти

Юрчина Євгена Васильовича

1.Тема проекту (роботи) «Оцінка впливу хвостосховищ Придніпровського хімічного заводу м. Кам'янське Дніпропетровської області на якість ґрунтових вод»

керівник роботи: д.б.н., проф. О.В. Федоненко

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

затверджена наказом по Дніпровському державному аграрно економічному університету від «31» січня 2021 р. № 4229

2.Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого проекту (роботи): «23» лютого 2022 р

3.Вихідні дані до проекту (роботи) Результати аналізу ґрунтових вод: хімічний аналіз, активність ізотопів урану (238, 234), радію-226, свинцю-210, полонію-210, вміст токсичних металів.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки(перелік питань,що їх належить розробити) Вступ. 1 Огляд літератури; 2Фізико-географічні умови регіону досліджень; 3. Методи і методика досліджень; 4 Результати досліджень та їх обговорення; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)

Рисунків 21

Таблиць 12

Використаної літератури 21

Розділів 6

Сторінок 76

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються			
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання перевірів
5	М.А. Полегенька.		
6	В.В. Кравець		

Дата видачі завдання «__» _____ 2021р.

Керівник проекту (роботи) О.В. Федоненко

Завдання прийняв до виконання Є.В. Юрчин

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою	25.11.21-15.12.21	
2	Фізико-географічна характеристика району досліджень	15.12.21-02.01.22	
3	Аналіз методичної літератури	03.01.22-17.01.22	
4	Обробка результатів дослідження	18.01.22-01.02.22	
5	Написання висновків	03.02.22-05.02.22	
6	Оформлення дипломної роботи	06.02.22-12.02.22	

Студент дипломник _____

Керівник роботи _____

РЕФЕРАТ

Дипломна робота здобувача вищої освіти Юрчина Євгена Васильовича присвячена дослідженню якісного стану ґрунтових вод в районі впливу хвостосховищ ВО «ПХЗ» м. Кам`янське Дніпропетровської обл. Робота містить __ сторінок тексту, __ таблиць, __ рисунків та __ літературних джерела. Матеріал викладений у 3 6 розділах, в яких розкрита проблема в цілому та внесені пропозиції щодо подальших кроків в дослідженні ґрунтових вод для більш чіткого оконтурення джерел забруднення та надання інформації для прийняття рішень щодо реабілітаційних заходів.

Об'єкт досліджень –ґрунтові води в районі хвостосховищ ВО «ПХЗ» та їх порівняння з нормативами ГДК для споживання людиною.

Мета роботи – оцінити вплив хвостосховищ «Придніпровського хімічного заводу» в місті Кам`янське Дніпропетровської області на якість ґрунтових вод.

Відповідно до мети поставлені наступні завдання:

оцінити якість ґрунтових вод за такими показниками:

- 1) визначення рН, гідрохімічний склад (визначення основних іонів та катіонів), сухий залишок (мінералізація загальна), жорсткість;
- 2) сумарна об'ємна активність альфа- бета випромінювачів;
- 3) активність ізотопів урану-238, урану-234, урану-(234+238);
- 4) активність ізотопів радію-226, свинцю-210, полонію-210;
- 5) вміст токсичних металів;
- 6) надати екологічну оцінку якості ґрунтових вод на підставі норм що відповідають вимогам для водокористування

Методи дослідження: польові, аналітичні, графічні

ЗМІСТ

ВСТУП	71
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	12
1.1. Хімічний склад підземних вод	12
1.2. Попередні дослідження	13
2. ФІЗИКО–ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Загальна характеристика району дослідження...	15
2.2. Клімат	18
2.3. Поверхневі води	20
2.4. Гідрогеологічні умови хвостосховища «Західне»»	21
2.5. Гідрогеологічні умови хвостосховища «Центральний Яр»	25
2.6. Гідрогеологічні умови хвостосховища «Південносхідне»	26
2.7. Гідрогеологічні умови хвостосховища «Дніпровське»	26
3. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1. Обладнання загального призначення..	33
3.2. Місця відбору	33
3.3. Методи досліджень	36
3.3.1. Польові методи	36
3.3.2. Аналітичні методи	38
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ...	44
4.1. Гідрохімічне забруднення ґрунтових вод...	44
4.2. Сумарна альфа та бета активність в пробах ґрунтових вод...	47
4.3. Активність ізотопів урану (238,234)	48
4.4. Ізотопії радію-226, свинцю-210, полонію-210	50
4.5. Вміст токсичних металів	51
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
5.1 Організація дослідження	53
5.2 Побудова сітьового графіка	58
5.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	62

5.4. Розрахунок ціни дослідження	62
6. ОХОРОНА ПРАЦІ...	63
ВИСНОВКИ	72
ДОДАТКИ	76

Элементы оглавления не найдены.

ВСТУП

Упродовж останнього століття техногенна діяльність, стрімкий розвиток виробництва та впровадження наукових досягнень без належної оцінки їхнього впливу на довкілля призвели до низки серйозних наслідків глобального потепління, забруднення екосистем відходами техногенного походження, важкими металами, пестицидами, радіоактивними елементами. Внаслідок експлуатації підприємств атомної енергетики та аварій на підприємствах ядерного паливного циклу до навколишнього середовища надходять техногенні радіонукліди, які стають постійно діючим фактором впливу на біосистеми різного рівня організації. Негативний вплив тривалоіснуючих радіонуклідів визначається їхньою високою біологічною активністю, яка призводить до зміни генома клітини та інших порушень функціонування живих систем. Проблеми радіонуклідного забруднення довкілля, зокрема наслідків надходження техногенних радіонуклідів у водні екосистеми.

Станом на 2019 рік в Україні налічується 465 хвостосховищ з понад шість мільярдів тонн відходів різних галузей промисловості (див.рис. 1).

Підприємства з видобування та переробки уранових руд знаходяться у Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях. Характерним для уранопереробки є те, що майже всі її відходи – відвали шахтних порід, скиди та викиди (рідкі, газоподібні) є джерелами радіаційного забруднення навколишнього природного середовища. В них містяться природний уран, торій-232, продукти розпаду уранового та торієвого рядів, у тому числі і радіоактивний газ радон. Для природного середовища та людей головну небезпеку становлять великі за своїми обсягами хвостосховища та зосереджені в них радіоактивні матеріали [2].

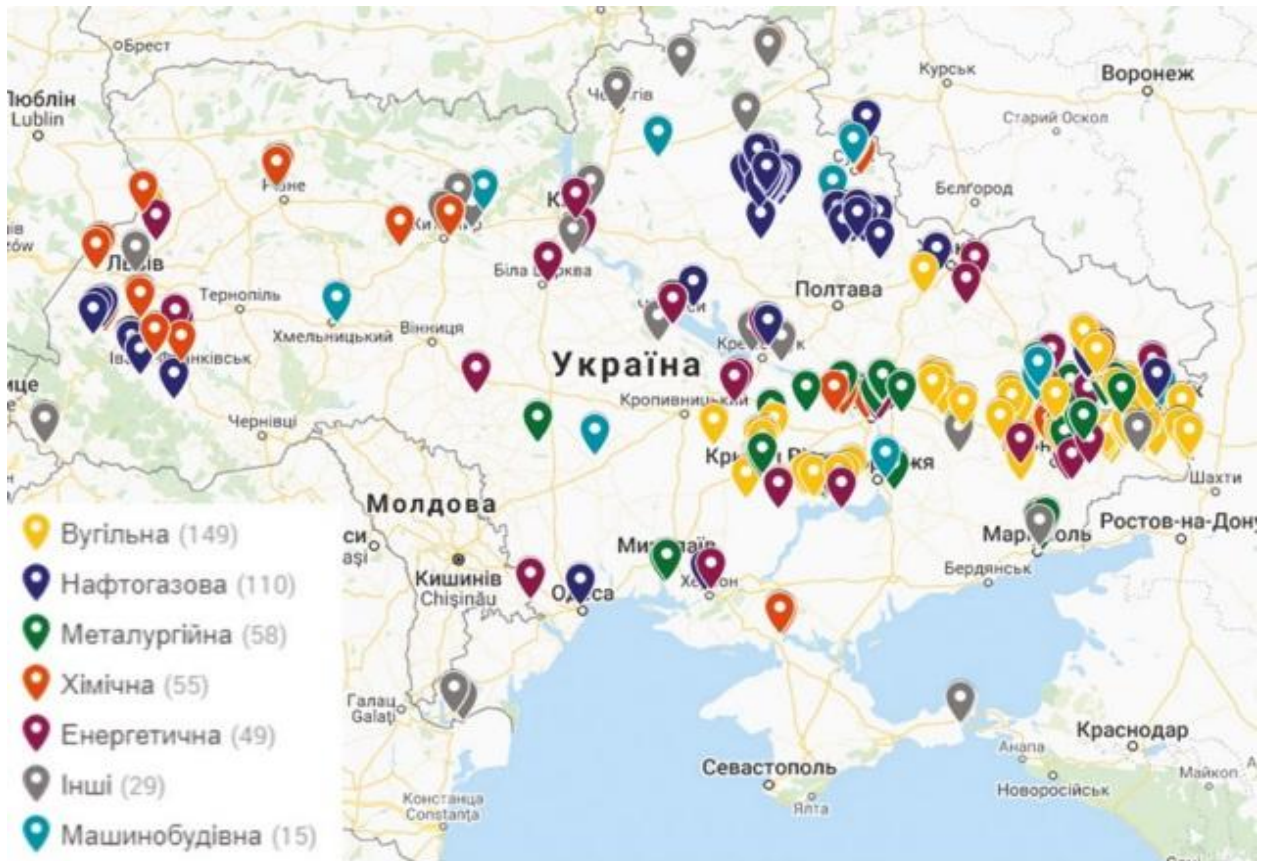


Рисунок. 1 - Карта хвостосховищ України

Забруднення підземних вод в місцях розташування об'єктів уранової спадщини є одним з найбільших вагомих факторів у формуванні довготривалих негативних впливів на природне середовище.

Величезна кількість відвалів, відходів виробництва, хвостосховищ, шламо-накопичувачів та ін. призводить до неконтрольованого хімічного та радіоактивного забруднення ґрунтових і підземних вод та поверхневих водних об'єктів. Особливу небезпеку становлять так звані "безхазяйні" гірничі об'єкти, які можуть створити значну небезпеку довкіллю в результаті прориву дамб неконтрольованих хвостосховищ чи відстійників [1].

На територіях уранової спадщини в багатьох країнах, де відбувалось видобування і перероблення уранової сировини, було проведено роботи щодо їх ремедіації. Проте недостатньо, і в деяких країнах такі території залишаються як нагадування про наслідки такої незавершеної діяльності,

що спричиняє важкі наслідки здоров'ю населення і довкіллю

Місто Кам'янське на Дніпропетровщині відоме з минулого століття як Дніпродзержинськ досі не оговталось від радянського минулого, а все через «Придніпровський хімічний завод». В минулому столітті цей індустріальний гігант переробляв більше половини всієї уранової руди в СРСР, згодом як і Радянський Союз не вцілів та залишив по собі мільйони тонн радіоактивних відходів.

Підприємство з переробки уранових руд у м. Дніпродзержинськ (з 2016 року і надалі м. Кам'янське) було введено в експлуатацію в період між 1947 і 1951 рр. У 1949 році тут отримали першу уранову продукцію, вироблену із шлаків сусіднього гідрометалургійного заводу. Для утилізації відходів головного виробництва на підприємстві було запущено випуск неорганічних мінеральних добрив. Залишки виробництва (відходи із високі вмістом радію та інших природних радіонуклідів у підвищених концентраціях після екстракції урану) складували безпосередньо у балки біля цехів виробництва. За період нарощування підприємства з 1950 до 1980 рр., минулого століття, територія, так званого спочатку заводу шлакових добрив, а з 1966 р., Придніпровського хімічного заводу поступово розширювалась. Розширювалась територія переважно за рахунок формування хвостосховищ, куди транспортувалися відходи виробництва.

У 1991 році ВО «ПХЗ» припинило свою діяльність з переробки уранових руд. Однак, ліквідацію, консервацію або перепрофілювання об'єктів уранового виробництва відповідно до вимог СП ЛКП-91 не було проведено [18].

Законом України „Про охорону навколишнього природного середовища" передбачено створення державної системи моніторингу довкілля та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення [1].

Починаючи з 2005 року почалось створення сучасної системи

радіаційного моніторингу.

Проблема забруднення ґрунтових вод на території ВО «ПХЗ» є важливою та вимагає проведення регулярного моніторингу ґрунтових вод.

Розвиток мережі моніторингових досліджень дозволить більш чітко оконтурити джерела забруднення та дати інформацію для прийняття рішень щодо реабілітаційних заходів на цій території.

Одною з головних завдань моніторингу є оцінка стану ґрунтових вод для визначення джерел радіаційних впливів і забруднення природного середовища.

Мета дослідження: оцінити вплив хвостосховищ «Придніпровського хімічного заводу» в місті Кам'янське Дніпропетровської області на якість ґрунтових вод.

Відповідно до мети поставлені наступні завдання:

оцінити якість ґрунтових вод за такими показниками :

- 1) визначення рН, гідрохімічний склад (визначення основних іонів та катіонів), сухий залишок (мінералізація загальна), жорсткість;
- 2) сумарна об'ємна активність альфа-випромінювачів;
- 3) сумарна об'ємна активність бета-випромінювачів;
- 4) активність ізотопів урану-238, урану-234, урану-(234+238);
- 5) активність ізотопів радію-226, свинцю-210, полонію-210;

Надати екологічну оцінку якості води на підставі норм що відповідають вимогам для водокористування

Методи дослідження: польові, аналітичні, графічні: Microsoft Office Excel 2007, геоінформаційна система <https://qgis.org/ru/site/>.

Особистий внесок: приймав участь в інвентаризації з метою удосконалення моніторингової мережі, брав участь в розробці паспортів хвостосховищ та створенні бази даних моніторингової мережі, вносив пропозиції щодо місць облаштування пунктів спостереження за ґрунтовими водами, приймав участь в польових роботах з моніторингу

грунтових вод (2016р.,2021р- прокачка свердловин, відбір проб води), приймав участь в міжнародній науковій конференції «Перспективи дослідження Землі: поточний стан та раціональне ви користування ресурсів» місто Люблін, республіка Польща, 28-29 грудня 2021 року, опублікована стаття в співавторстві з науковими співробітниками Українського гідрометеорологічного інституту м. Київ [19].

У 2017 році пройшов навчальний курс який проводив ДНТЦ з ЯРБ «З питань ядерної та радіаційної безпеки» отримав сертифікат № 0029.

Висновки, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані у самостійно.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Хімічний склад підземних вод

Макрокомпоненти

Макрокомпоненти визначають тип хімічного складу води і найголовніші її властивості. Представлені вони вісьмома іонами, з яких чотири – позитивно заряджені (катіони) – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ і чотири негативно заряджені (аніони) – Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} .

Другорядні компоненти

Іони NH_4^+ і NO_2^- свідчать про "свіже" забруднення, іони NO_3^- про "старе", а за наявності аміаку та азотної кислоти про небезпечне "свіже" забруднення. Вміст NO_3^- у питних водах не повинен перевищувати 45 мг/дм^3 (викликає захворювання крові у дітей і тварин), наявність NH_4^+ і NO_2^- не допускається взагалі, у крайньому випадку – лише сліди. При значному вмісті нітритів воду не можна використовувати і для ряду технічних процесів – бродіння, фарбування тканин тощо.

Радіоактивні елементи

Серед природних ізотопів виділяють первинні та вторинні. Перші містяться в первісних породах Землі і характеризуються тривалим періодом напіврозпаду (K^{40} , Rb^{27} , Th^{232} , U^{235} , U^{238}), до вторинних належать

Ra^{226} , Ra^{228} , Rn^{222} .

Концентрації радіоактивних компонентів виражаються як у ваговій формі (мг/дм^3 , г/дм^3 , г/кг), так і в одиницях радіоактивного випромінювання (кюрі тощо).

Уран зустрічається у всіх підземних водах у мікрокількостях – $1 \cdot 10^{-}$

$6 \cdot 10^{-7}$ г/дм³ і лише на уранових родовищах концентрація його збільшується до $5 \cdot 10^{-4}$ г/дм³. У питних водах вміст урану не повинен перевищувати $5 \cdot 10^{-5}$ г/дм³. Наявність у воді U238 свідчить про небезпеку хімічної токсичності.

Радій є другорядним елементом: Ra226 – продукт розпаду U238, Ra228 утворюється від Th232. Радій добре сорбується глинистими породами та каолінами, тому рухливість його в гідросфері дуже мала. У глибоких горизонтах та на родовищах урану концентрація радію сягає $1 \cdot 10^{-9}$ г/дм³. У питних водах допускається вміст радію до $1 \cdot 10^{-11}$ г/дм³. Ra226 вважається найтоксичнішим з усіх неорганічних речовин.[22]

Токсичні метали

Одні з найбільш небезпечніх компонентів забруднення ґрунтових вод. Згідно з Державними санітарними нормами, ГДК важких металів коливаються від 0,0005 мг/л (для ртуті) до 0,1 мг/л (для кобальту). У сукупності концентрація важких металів в одному літрі питної води не повинна перевищувати 0,001 мг/л.[14].

На підставі класифікації за ступенем забруднення визначають рівень токсичності: кадмій, свинець, хром і ртуть – потенціал забруднення дуже високий; титан, селен-високий; ванадій нікель, миш`як-середній.

1.2 Попередні дослідження

За даними комплексних моніторингових досліджень, виконаних у 2012-2013 р.р. у рамках шведсько-українського проекту технічної допомоги «ЕНШУРЕ-Академічний», досліджено вплив уранових хвостосховищ ВО «ПХЗ» м. Кам`янське на радіоактивне і хімічне забруднення підземних вод.

Встановлено, що внаслідок міграції забруднювачів із хвостосховищ

«Дніпровське», «Західне» та «Центральний Яр» підземні води першого від поверхні водоносного горизонту в алювіальних пісчаних четвертинних відкладах у зоні впливу містять ізотопи урану (238, 234), макроіони (сульфат, кальцій, магній та ін..) а також метали (зокрема-марганець, свинець, нікель) у концентраціях що перевищують ГДК для питної води

Виконані дослідження показують, що, крім радіоактивного забруднення, хімічне забруднення гідросфери в зоні впливу об'єктів ПХЗ токсичними металами та основними іонами також є серйозною проблемою.

Продовження гідрогеологічного моніторингу об'єктів ПХЗ, розвиток мережі спостережних свердловин і розширення переліку досліджуваних хімічних токсикантів є актуальним питанням.[20]

Результати моніторингу за тривалий період 2005-2017 рр. показали, що розширення ореолу забруднення ґрунтових вод за межі хвостосховищ відбувається дуже повільно. Розширення фронту забруднення вод із зон розташування хвостосховищ, які знаходяться на схилах верхньої тераси Дніпра до місця їх розвантаження, за оцінками фахівців ІГН НАНУ складає від 50 до 70 років, тоді як період протягом якого уран в розчинних формах може досягти р. Дніпро оцінено до 200 років і більше [21]. Такі оцінки виконано за результатами математичного моделювання. Натомість, можливі невизначеності таких прогнозів, мають коригуватися результатами моніторингу підземних вод на майданчику.

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика району дослідження

За результатами досліджень Українського науково-дослідного проектного інституту промислової технології м. Жовті Води (УкрНДПРІпт) накопичено 42,2 млн. тонн відходів переробки уранових руд із загальною активністю $3,14 \cdot 10^{15}$ Бк.

З метою здійснення рекультиваційно-відновлювальних робіт на радіоактивно забруднених територіях, поводження з відходами переробки уранових руд та обладнанням, забрудненим радіонуклідами природного походження на підставі чинного законодавства України наказом Мінпаливенерго 13 грудня 2000 р. створене Державне підприємство «Бар'єр»

На баланс ДП «Бар'єр» було передано хвостосховища відходів переробки уранових руд, які знаходяться на територіях Кам'янського та Сухачівського проммайданчиків. Схема розташування об'єктів колишнього уранового виробництва та території проммайданчиків показана (див. рис. 2.1.1)

Кам'янський майданчик:

- хвостосховище «Західне» (1);
- хвостосховище «Центральний Яр» (2),
- хвостосховище «Південно-Східне» (3),
- хвостосховище «Дніпровське» (4).



Рисунок 2.1.1-Схема розташування об'єктів колишнього уранового виробництва на території проммайданчиків

Хвостосховище «Західне» розташоване у західному секторі Кам'янського проммайданчика (рис.2.1.1, позиція 1) у відпрацьованому глиняному кар'єрі, знаходилось в експлуатації з 1949 по 1954 рр., і займає площу 40 тис. м². У ньому накопичено біля 0,77 млн. т відходів загальною активністю $1,8 \cdot 10^{14}$ Бк.

Складування відходів від переробки уранової сировини здійснювалося наливним і насипним способом

У 2000 році схили захисних дамб, що оточують хвостосховище, обвалилися через серію злив. У 2005 р. були проведені відновлювальні роботи, спрямовані на пом'якшення наслідків інциденту. Вони включали в себе засипку зруйнованої ділянки глинистим ґрунтом і зміцнення схилів з використанням полімерного сітчастого геотехнічного матеріалу. Посилені поверхні потім були покриті шаром органічного ґрунту і засіяні травою.

Хвостосховище «Центральний Яр» розміщене в центральній частині південної ділянки Кам'янського проммайданчика (рис.2.1.1, позиція 2). Хвостосховище заповнювалось в період з 1951 по 1954 рр., і на сьогодні займає площу 24 тис.м².

За даними УкрНДП Іпромтехнології у тілі хвостосховища

заскладовано біля 0,22 млн. т відходів загальною активністю $1,04 \cdot 10^{14}$ Бк.

Хвостосховище «Південно-Східне» розташоване у південно-східному секторі території Кам'янського проммайданчика і займає площу 36 тис. м² (рис.2.1.1, позиція 3). Воно було створено у 1956 р., і заповнювалось до 1990р. В 2009 р. Хвостосховище було покрите технічним покриттям, що складається із шару шлаку від виплавки чавуну, шарів суглинку й органічного ґрунту з комбінованою товщиною від 0,5 до 1 м. і було законсервовано.

За попередніми оцінками тут за складовано 0,33 млн. т відходів загальною активністю $6,7 \cdot 10^{13}$ Бк., складовання відходів відбувалось сухим способом.

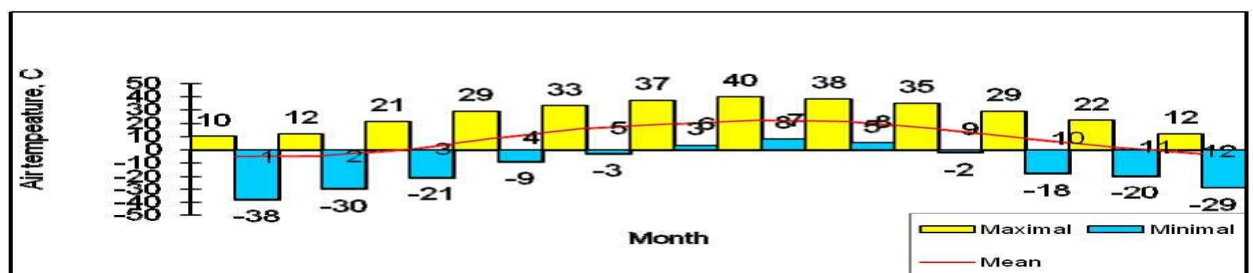
Хвостосховище «Дніпровське» розташоване за межами проммайданчика на терасі р. Дніпро (рис. 2.1.1, позиція 4). Воно створювалось поступово протягом періоду з 1954 по 1968 рр., шляхом пульпо наміву і заповнення карт залишками перемелених руд після азотнокислої гідрометалургійної обробки. Загальна площа хвостосховища 730 тис. м² тут заскладовано 12,7 млн. т відходів загальною активністю $1,4 \cdot 10^{15}$ Бк. Після припинення розміщення відходів переробки уранових руд територія хвостосховища у 1976—1980 рр. використовувалася для складування фосфогіпсу (відходи від виробництва фосфорних добрив) і відходів коксохімічного виробництва (вугільні шлаки). Велика частина території хвостосховища покрита шаром фосфогіпсу різної товщини від 0,5—2,5 м (північно-західна частина) до 8—13 м (центральна і східна частини). Відвали вугільних шлаків покривають поверхню хвостосховища в північній, північно-східній частині[4].

2.2 Клімат

Майданчик ПХЗ знаходиться в Дніпропетровській області в степовій зоні України. Клімат помірно-континентальний, характеризується жарким (іноді сухим) літом і відносно холодною зимою. Середні температури повітря протягом року (див. Таблиця 2.2.1, рис. 2.2.1)

Таблиця 2.2.1 – Середні місячні температури для м. Кам'янське.

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, °C	-5,4	-4.8	0.4	9.0	16.4	19.8	22.3	21.3	15.7	8.8	2,0	-3.1



Month - місяць, air temperature - температура повітря, mean - середня, maximal - максимальна, minimal - мінімальна

Рисунок 2.2.1 – Середні місячні, максимальні і мінімальні температури повітря, які спостерігалися в м. Кам'янське .

Дані про вітрові характеристики (наприклад, напрям і швидкість) представлені Рис. 2.2.2, Таблиця 2.2.2 а також повторюваність швидкості вітру 9м/с і вище 5%, середня річна 4 м/с.

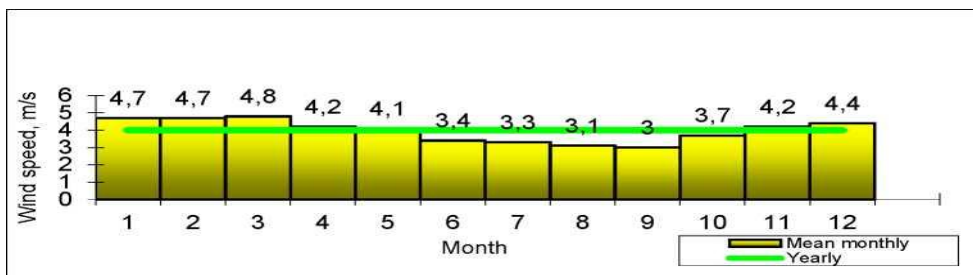


Рисунок 2.2.2 – Розподіл швидкості вітру протягом року, який спостерігався в м. Кам'янське. Wind speed-швидкість вітру, month-місяць,

mean monthl -середня місячна, yearly-річна

Таблиця 2.2.2 – Середньорічна повторюваність напрямків вітру, які спостерігалися в м. Кам’янське.

Напря́м	захід	пн.-схід	схід	пд.-схід	південь	пд.-захід	захід	пн.-захід	безві́тряно
Частота (%)	24	9	15	4	20	9	9	10	20

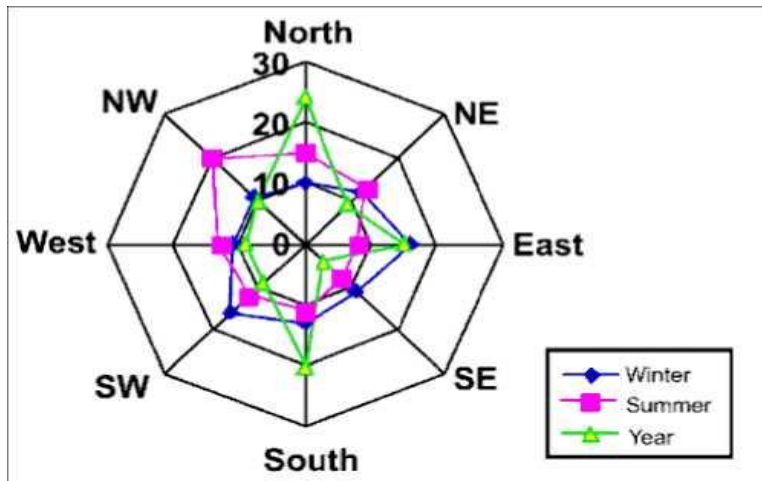
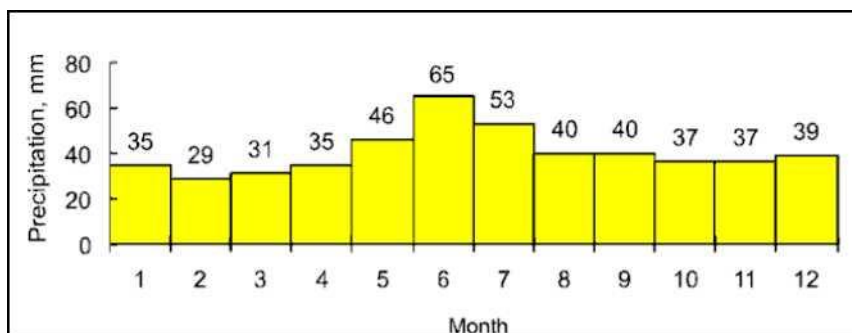


Рисунок 2.2.3 – Середнірічні повторюваності напрямку вітру, які спостерігалися в м. Кам’янське в %., *West - захід, SW - Пд-Зх, south-південь, SE- Пд-Сх, East - схід, NE - Пн-Сх, north - північ, winter-зима, summer-літо, year-рік*

Річне випаровування вище ніж середня річна кількість опадів 477мм. Дані про середньомісячну кількість опадів і вологість повітря представлені на Рис.2.2.4 і в Таблиці 2.2.3 Максимальна добова кількість опадів при фіксації становить 82мм.



Precipitation – опади, month - місяць

Рисунок 2.2.4 – Розподіл місячних опадів протягом року, який

спостерігається в м. Кам'янське.

Таблиця 2.2.3—Дані по вологості повітря протягом року, яка спостерігалася в м. Кам'янське .

Вологість,%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
Абсолютна (гм ⁻³)	4.2	4.2	5.2	7.4	10.4	14.0	15.5	14.6	11.3	8.4	6.6	5.0	8.9
Відносна	83	80	73	52	44	43	43	42	45	62	78	83	61

2.3. Поверхневі води

Річка Дніпро протікає поблизу м. Кам'янське з північного заходу на південний схід. Річка Дніпро в районі майданчика ПХЗ має середню ширину від 450 до 600м і глибину від 5 до 8м. Русло річки розподіляється на кілька відгалужень з піщаними островами. Річка Дніпро використовується для питної води, зрошення, рибальства і для рекреаційних цілей. Швидкість потоку в Дніпрі в квітні і травні становить 0,7 до 0,8м/с, в той час як в літній та осінній період вона становить від 0,25 до 0,3 м/с, із середньою швидкістю потоку 0,5 м/с. Максимальний рівень води в Дніпрі біля майданчика ПХЗ під час повені 1% повторюваність становить 56 - 58м, максимальний пропуск паводку на рівні 1% повторюваність становить 15700 м³/с. Максимальні швидкості потоку і рівень води в Дніпрі в періоди повеней різної повторюваності (див. Таблиці 2.3.1)

Таблиця 2.3.1 – Максимальні швидкості потоку і рівень води в Дніпрі в періоди повеней різної повторюваності

Повторюваність, %	0,5	1	2	3	5
Макс. Потужність потоку, м3.с-1	17300	15700	13700	12600	11000
Максимальний рівень, м	+56,82	+56,58	+56,29	+56,10	+55,9

Річка Коноплянка протікає на відстані від 0,6 до 1,0 км на північ від проммайданчика ПХЗ і на відстані від 50 до 100 м на північний захід від об'єкту Дніпровське хвостосховище. Характеристики басейну річки Коноплянка є наступні: площа басейну 32,2 км², протяжність 13,6 км. Басейн охоплює як промислові, так і житлові райони Дніпродзержинська. У річку Коноплянку потрапляють неочищені промислові стічні води, а також ливневі стоки з дренажних колекторів.

Русло річки на великому інтервалі проходить уздовж об'єкта Дніпровське хвостосховище в штучному каналі. Ширина річки в середньому від 8 до 10 м; глибина від 0,2 до 0,8 м, швидкість потоку становить від 0,1 до 0,2 м/с.

Рівень води в річці Коноплянка залежить від рівня води в річці Дніпро. Максимальний рівень в період весняного паводку становить 55,0 м. Мінімальний рівень 51,1 м. Середня швидкість потоку в річці Коноплянка становить 3,5 м/с. Максимальні швидкості потоку при весняному паводку і потужності ливневих стоків річки в гирлі для різної повторюваності (див Таб 2.3.2)

Таблиця 2.3.2 – Максимальні швидкості потоку, що спостерігаються в річці Коноплянка.

Повторюваність, %	1	2	3	5
Макс. швидкість потоку при весняному паводку, м ³ /с	31,4	26,5	23,4	19,3
Максимальная швидкість ливневих стоків, м ³ /с	50	25	10	-

2.4. Гідрогеологічні умови хвостосховища «Західне»

На хвостосховищі "Західне" техногенний водоносний горизонт має тимчасовий характер. Утворюється він в багатоводні роки у вигляді

"верховодки" потужністю до 5 м. Вільна гравітаційна вода фрагментарно зустрічається в шарі відходів в центральній частині хвостосховища під бетонними плитами. Рівень води техногенного горизонту виявлено на глибинах 3,5-8,0 м. Живлення техногенного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Розвантаження відбувається в водоносний комплекс, що знаходиться нижче.

Водоносний комплекс розповсюджений на території хвостосховища і складається з алювіальних пісків, супісків і суглинків, та нижньої частина лесових відкладів і тріщинуватих кристалічних порід. Розвантаження водоносного комплексу відбувається на північ від хвостосховища в річки Коноплянка і Дніпро, а також в кристалічні породи, які розташовані нижче. Глибина залягання рівнів алювіального водоносного комплексу на хвостосховищі "Західне" змінюються від 0,3-3,1 м на північ від хвостосховища в межах I-ї надзапальної тераси до 22-35 м на південь від хвостосховища в межах III-IV надзапальної тераси. Ухил дзеркала підземних вод з півдня на північ. Безпосередньо під хвостосховищем рівень води в алювіальному комплексі залягає на глибинах 21.5-21.9 м від поверхні. Живлення водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перетоку води з водоносних горизонтів, що розміщені вище за рельєфом в межах плато.

Геологічний і гідрогеологічний розріз через територію ПХЗ і Дніпровське показаний на Рис. 2.4.1.

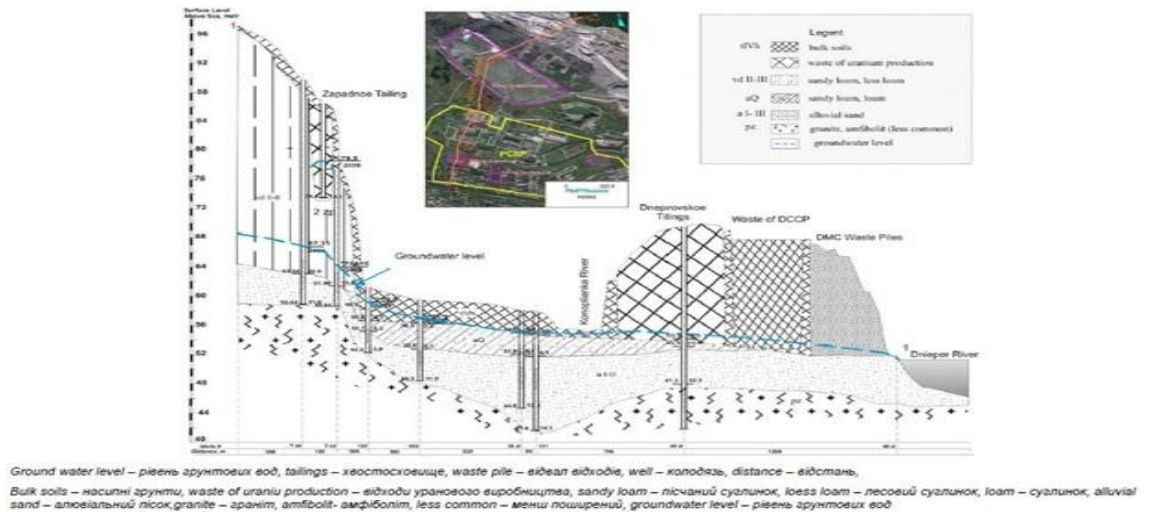
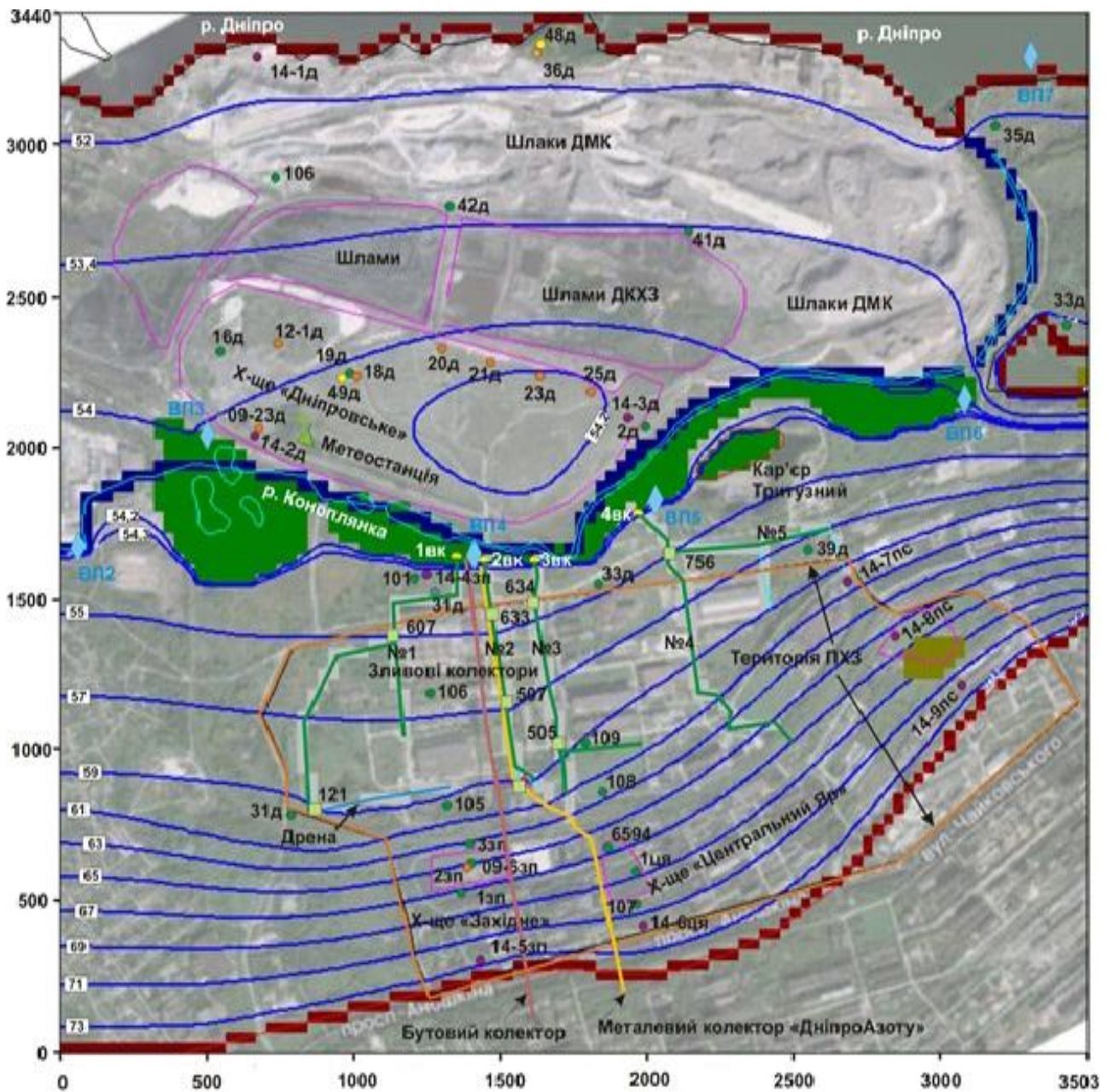


Рисунок 2.4.1 – Геологічний розріз через територію ПХЗ

В експлуатаційний період на території ПХЗ була створена система зливової каналізації, яка складається з дощоприймальних лотків, колодязів та заглиблених трубопроводів – колекторів. До неї також надходять водні скиди з деяких діючих підприємств. Всього налічується п'ять таких колекторів, стічні води з яких потрапляють в р. Коноплянка. Розподіл рівнів ґрунтових вод в області потоку на промисловому майданчику ПХЗ в існуючих умовах на основі моделювання з використанням регіональної моделі потоку ґрунтових вод в області потоку (див. рис. 2.4.1.2). [5]



- 109 спостережна свердловина з фільтром в безпідземному водоносному горизонті
- 21д спостережна свердловина з фільтром в відходах уранового виробництва
- 50д спостережна свердловина з фільтром в тріщинуватій зоні кристалічних порід
- 14-1д розташування додаткових свердловин
- 576 колодці колекторів зливостоків
- ◆ ВП4 водомірний пункт
- 73 — ізолінія рівно підземних вод
- 1вк — випуск колектора стічних вод і його номер

Рисунок 2.4.2 – Розподіл рівнів ґрунтових вод в області потоку

2.5 Гідрогеологічні умови хвостосховища «Центральний Яр»

Водоносний комплекс розповсюджений на території хвостосховища і складається з алювіальних пісків, супісків і суглинків, та нижньої частина лесових відкладів. Розвантаження водоносного комплексу відбувається на північ від хвостосховища в кар'єр Тритузний та р. Коноплянка і Дніпро, а також в кристалічні породи, які розташовані нижче. Глибина залягання рівнів алювіального водоносного комплексу на хвостосховищі "Центральний Яр" змінюються від 20,0-26,0 м

Відходи уранового виробництва розташовані на 3-5 м над рівнем підземних вод у алювіальних відкладах.. можливо утворення насиченої зони у тілі хвостосховища (див. рис 2.5.1) [6].

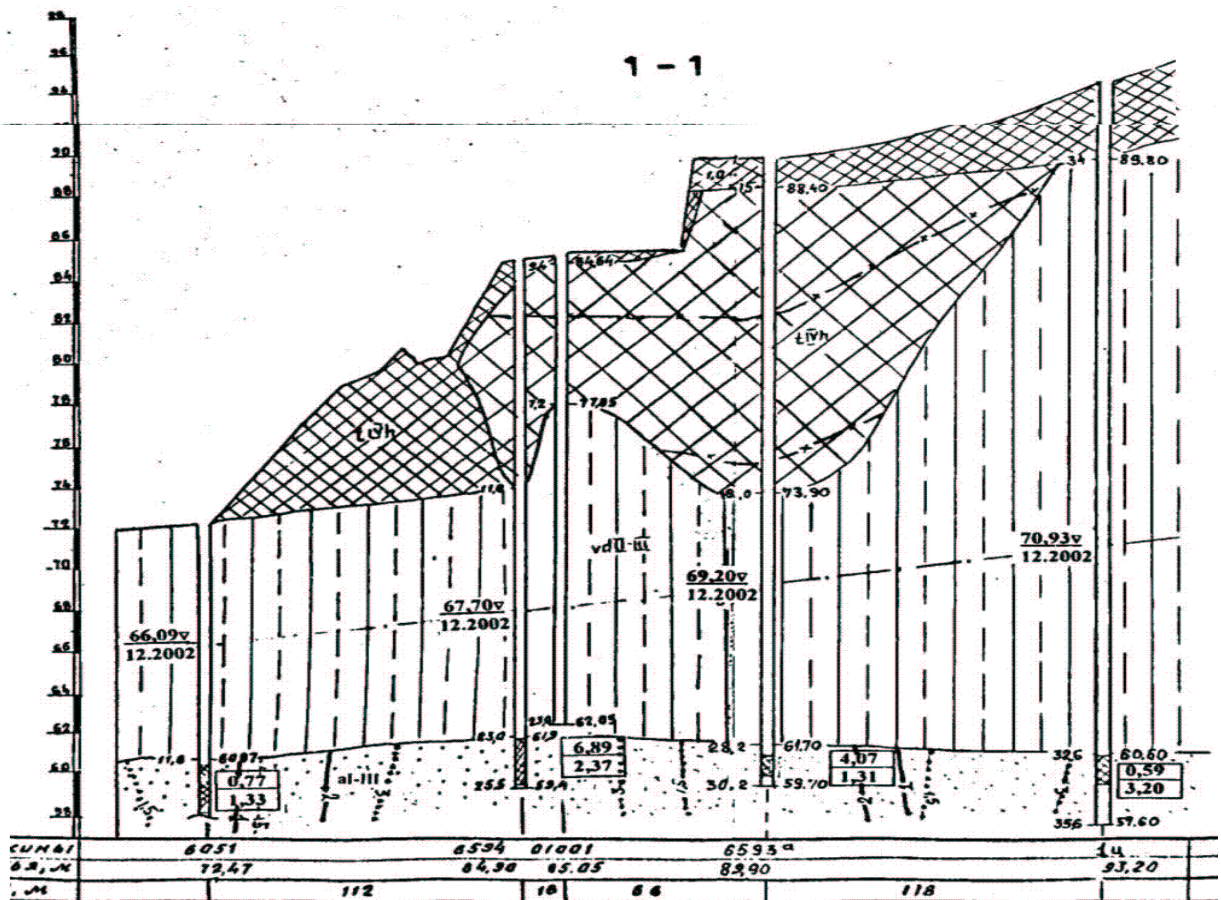


Рисунок 2.5.1 – Геолого-гідрогеологічний розріз через хвостосховище «Центральний Яр»

2.6 Гідрогеологічні умови хвостосховища «Південно східне»

За даними оцінок УкрНДППромтехнологій зворонені відходи не обводнені, не мають відповідної системи моніторингу підземних вод, водоносний горизонт проходить нижче чаші хвостосховища. (див. рис. 2.6.1) [7].

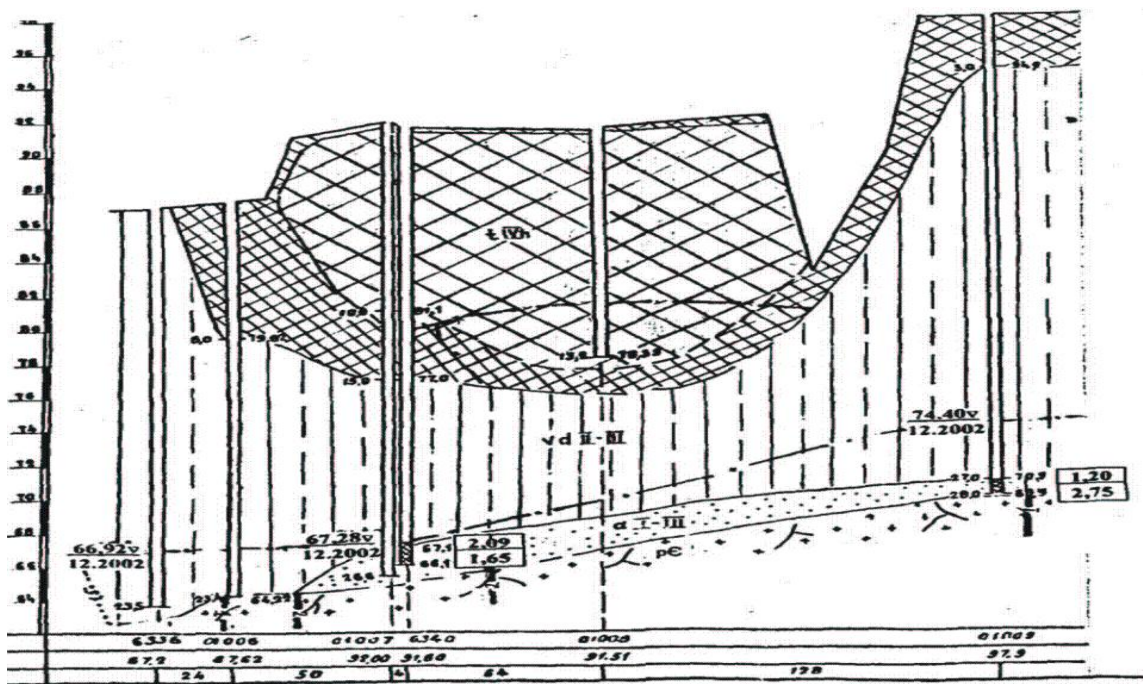


Рисунок 2.6.1 – Геолого-гідрогеологічний розріз через хвостосховище «Південно-Східне»

2.7 Гідрогеологічні умови хвостосховища «Дніпровське»

Гідрогеологічні умови в районі розташування хвостосховища «Дніпровське» визначаються геолого-структурними особливостями території, близькістю річок Коноплянка та Дніпро, в які розвантажуються

підземні води, а також техногенним навантаженням на природне середовище. Тут сформувалась гідрогеологічно розкрита структура з гарним водообміном з поверхнею та поверхневими водами.

В районі хвостосховища широко розповсюджені водоносні горизонти в четвертинних алювіальних відкладах і кристалічних породах докембрію (див. рис. 2.7.1).

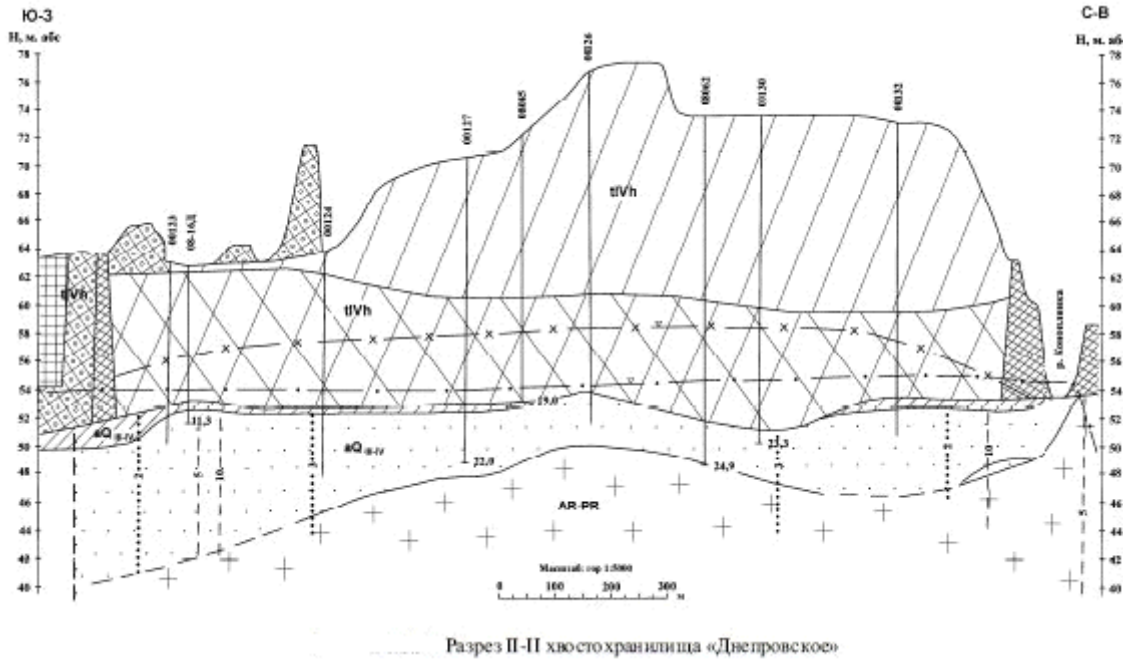


Рисунок 2.7.1 – Гідрогеологічний розріз х-ща «Дніпровське»

Алювіальний водоносний горизонт - перший від поверхні на більшій частині території. Водовміщуючу товщу складають різнозерністі піски (від пилюватих до гравелистих), муловаті супіски та суглинки. В межах II надзаплавної тераси в склад водовміщуючої товщі алювіального водоносного горизонту входить нижня частина вище лежачих лесових суглинків та супісків. Потужність водоносної товщі змінюється від 2 до понад 20 м.

Коефіцієнти фільтрації водовміщуючих порід змінюються в широких межах і складають 0,4 м/добу - для суглинків; 0,28 - 0,7 м/добу - для супісків; 2,7 м/добу - для пилюватих пісків; 10,7 - 27,4 м/добу - для пісків від мілких до гравелистих

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і перетікання з вище лежачого техногенного водоносного горизонту, який має обмежене розповсюдження в товщі техногенних відкладів. Розвантаження відбувається в річку Коноплянка, Дніпро та в нижчелажащі породи.

Глибини залягання рівня алювіального водоносного горизонту змінюються в широких межах в залежності від відмітки поверхні. Поблизу русел рік і на понижених ділянках природної поверхні заплави рівень залягає на глибинах до 1,0 м. Під товщею шлаків рівень алювіального водоносного горизонту залягає на глибинах до 20,0 - 34,0 м. Безпосередньо під хвостосховищем рівень алювіального водоносного горизонту залягає на глибинах 8,1 - 17,9 м.

Абсолютні відмітки рівня алювіального водоносного горизонту змінюються від 63,0 до 51,61 м. Найвисокі відмітки рівня води відмічаються південніше та південно-західніше від хвостосховища, в межах I та II надзаплавних терас. Потік ґрунтових вод тут спрямований на північ і північний схід в сторону річок Дніпро та Коноплянка, де відбувається розвантаження підземних вод.

Безпосередньо під хвостосховищем рівень алювіального водоносного алювіального водоносного горизонту знаходиться на абсолютних відмітках 55,28 - 53,58 м, утворюючи куполоподібне підвищення в південно-східній частині хвостосховища. Розтікання підземних вод тут відбувається на північ, південь та схід до області розвантаження горизонту.

Північніше, північно-східніше та східніше хвостосховища рівень алювіального водоносного горизонту змінюється в межах 54,0-51,61 м. Напрямок потоку в сторону р. Дніпро - основної області розвантаження підземних вод.

Найбільші уклони потоку підземних вод відмічаються південніше хвостосховища в межах I надзаплавної тераси, де вони складають 0,009-

0,017. В межах заплави, в тому числі під хвостосховищем, уклін потоку підземних вод незначний і не перевищує 0,0009-0,002.

Дренуючий ефект р. Коноплянка проявляється в незначній мірі внаслідок її замуленості та малої глибини в створі хвостосховища. Основний потік підземних вод проходить під її руслом в сторону р. Дніпро.

Водоносний горизонт в кристалічних породах залягає під алювіальним водоносним горизонтом і приурочений до дресвяно-щербенистої кори вивітрювання то зон тріщинуватості в кристалічному фундаменті.

Каолінова кора вивітрювання, що є місцевим водоупором, розповсюджена фрагментарно тільки в понижених ділянках кристалічного фундаменту і не перешкоджає тісному гідравлічному зв'язку між водоносними горизонтами в алювіальних відкладах та кристалічних породах. Горизонт напірний. Гідравлічний зв'язок між горизонтами забезпечує величину напору до рівнів алювіального водоносного горизонту.

Абсолютні відмітки рівня відповідно замірам по спостережним свердловинам змінюються від 55,83 до 51,6 м. Потік спрямований у бік р.Дніпро.

Окрім Дніпра областю дренажування горизонту є кар'єр Тритузний, який розкриває гранітний масив на глибину понад 45 м.

Дренуючий ефект кар'єру проявляється на невеликій відстані вдовж його бортів, де відбувається різке зниження рівнів води до абсолютних відміток менше 20 м. Підземні води дреноються по тріщинам в стінках з усіх боків кар'єру, в тому числі з боку хвостосховища Дніпровське. Середній водо притік в кар'єр становить 2160 м³/добу.

Спільність рівневого режиму, умов живлення та розвантаження водоносних горизонтів в алювіальних відкладах та кристалічних породах дозволяє об'єднати їх в єдиний водоносний комплекс.

Техногенний водоносний горизонт сформувався в межах чаші й огорожувальних дамб хвостосховища Дніпровське, а також в прилеглих до нього шламонакопичувачах ДКХЗ і ДМК.

Водовміщачими породами є радіоактивні відходи, вуглисті та залізисті шлами, що складувалися наливним та насипним способом. Для них характерне переважання пилювато-глинистих фракцій з гідрофільними властивостями, які сприяють водонасиченню.

Живлення водоносного горизонту відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Фосфогіпс та вуглистий шлак, які перекривають товщу відходів уранового виробництва, мають достатньо високі фільтраційні характеристики, що сприяють інтенсивній інфільтрації атмосферних опадів в техногенний горизонт. Коефіцієнти фільтрації фосфогіпсу змінюються від 0,31 до 1,28 м/добу, вуглистих шлаків від 0,19 до 1,80 м/добу. Коефіцієнти фільтрації водовміщуючих радіоактивних відходів залежать від їх складу й змінюються в широких межах від 0,013-0,04 до 0,59 м/добу.

Коефіцієнти фільтрації різних ґрунтів, що складають тіло огорожувальних дамб, змінюються також в широких межах від 0,018 м/добу - для супісків та суглинків і до 0,19-1,80 м/добу (в середньому 0,68 м/добу) - для вуглистих шлаків.

Практично безстічна будова поверхні хвостосховища та шламонакопичувачів сприяє додатковому інфільтраційному живленню техногенного горизонту. Розвантаження відбувається в нижлежачий алювіальний водоносний горизонт та р. Коноплянка вдовж південного й південно-західного боку хвостосховища Дніпровське і шламонакопичувачів ДМК і ДКХЗ.

Рівні техногенного водоносного горизонту в хвостосховищі Дніпровське залягають на глибинах 1,33-14,76 м. Абсолютні відмітки рівнів змінюються від 58,01 до 54,12 м. Найбільші відмітки (57,46-58,01 м) в центральній та південно-східній частинах чаші, найменші (54,16-54,66) -

в тілі огорожувальних дамб на ділянках розвантаження р. Коноплянка.

Рівнева поверхня техногенного водоносного горизонту має куполоподібну форму з підвищенням в центральній та південно-східній частинах, де техногенні рівні перевищують рівні алювіального водоносного комплексу на 3,50-3,88 м і розтікаються на південь, південний захід та захід у бік р. Коноплянки, а також на північний схід у бік шламонакопичувача ДМК.

Різниця фільтраційних характеристик техногенних ґрунтів та алювіальних відкладів обумовлює розрив рівнів техногенного й алювіального водоносних горизонтів.

Наявність в огорожувальних дамбах ділянок з високими фільтраційними властивостями сприяє розтіканню техногенного горизонту за межі чаші хвостосховища.

До північної сторони хвостосховища Дніпровське примикає шламонакопичувач ДКХЗ з абсолютними відмітками поверхні 69-70 м та рівнявою поверхнею техногенних вод у ньому на глибинах 2-5 м (абсолютні відмітки рівня 66,95-64,0 м). Він являється джерелом підживлення як нижче лежачих підземних вод, так і техногенних вод в чаші хвостосховища Дніпровське та в чашах шламонакопичувачів ДКХЗ (з північного заходу) і ДМК (з північного сходу).

Рівень техногенного горизонту в чаші шламонакопичувача ДМК залягає на абсолютних відмітках 54,0-57,0 м, перевищуючи рівень алювіального водоносного горизонту на 0,6-3,0 м. Додаткове живлення в шламонакопичувачі ДМК надходить з боку хвостосховища Дніпровське і шламонакопичувача ДКХЗ.

Північно-західніше хвостосховища Дніпровське знаходиться ще один шламонакопичувач і прммайданчик ДКХЗ. Рівень техногенних вод в шламонакопичувачі залягає на абсолютних відмітках 53,6-52,7 м. Додаткове живлення тут забезпечує проммайданчик ДКХЗ, на якій техногенний горизонт досягає абсолютних відміток понад 60 м.

Існуючий в наш час рівневий режим техногенного горизонту в чаші хвостосховища Дніпровське склався в 90-і роки після припинення експлуатації прилеглих до нього шламонакопичувачів.

До цього рівень відстійних вод в шламонакопичувачах перевищував рівень техногенного горизонту й забезпечував його додаткове живлення. Потік техногенних вод тоді був спрямований в чашу хвостосховища, а максимальний рівень техногенного горизонту досягав абсолютної відмітки 61,0 м. [4].

3 МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Обладнення загального призначення.

Для виконання робіт в польових умовах з відбору проб води застосовували

- транспортні засоби (авто),
- пересувні джерела електричного струму,
- насоси, шланги;
- клапанні насоси типу «footvalve», стандартна тefлонова желонка об'ємом 1 л типу «bailer».;
- батометри , пласикова тара для відбору проб води різного об'єму і різного призначення від 1 до 20 л;
- тестери *insitu* (визначення рН в польових умовах)
- хімікати для консервації проб;
- контейнери для їх транспортування;
- дозиметри індивідуальні для дозиметричного контролю, та інше.

3.2. Місця відбору

Відбір проб води здійснювався в спостережних свердловиннах рис.3.2.1 по створам за напрямком руху ґрунтових вод в бік річки

Коноплянка

Хвостосховище «Західне»:

свердловина 3-20 координати N 48.49751N; 34.66614E –водоносний горизонт алювіальний;

св. 09-6зп координати N 48.49841; 34.66625E –водоносний горизонт алювіальний;

св.. 3зп координати 6623097,85X 34.66625Y – водоносний горизонт алювіальний;

св..1-2019 координати 48.50053N; 34.66631E- водоносний горизонт алювіальний;

св. 106 координати 48.50346N; 34.66814E- водоносний горизонт алювіальний;

св. 2-20 координати 48.50574N; 34.66908E- водоносний горизонт алювіальний.

Хвостосховище «Центральний Яр»:

св. 1ця координати 48.49573N; 34.67293E- водоносний горизонт алювіальний:

св.. 6594 координати 48.49752N; 34.67199E- водоносний горизонт алювіальний:

св. 108 координати 48.49836N; 34.67323E- водоносний горизонт алювіальний;

св. 1-20 координати 48.49994N; 34.67381E- водоносний горизонт алювіальний:

св. 33д; координати 48.504N 34.6769E- водоносний горизонт алювіальний;

хвостосховище «Південно-Східне» :

св. 6-20 координати 48.49809N; 34.68636E- водоносний горизонт алювіальний;

св. 8-20 координати 48.50051N; 34.68191E- водоносний горизонт алювіальний.

Хвостосховище «Дніпровське»:

в тілі хвостосховища :

св. 18д координати 48.51245N; 34.67143E водоносний горизонт техногенний;

св. 19д координати 48.51252N; 34.67143E водоносний горизонт алювіальний;

св. 49д координати 48.51253N; 34.67155E водоносний горизонт в кристалічних породах;

св. 12-1д координати 48.51383N; 34.66933E техногенний водоносний горизонт;

св. 16д координати 48.51465N; 34.66536 водоносний горизонт алювіальний;

на дамбі:

св. 10-20 координати 48.51046N; 34.66849E водоносний горизонт алювіальний;

св. 9-20 координати 48.50701N; 34.67395E водоносний горизонт алювіальний;

св. 11-06д координати 48.50708N; 34.67996E водоносний горизонт техногенний;

св. 2д координати 48.50819N; 34.68527E водоносний горизонт алювіальний.

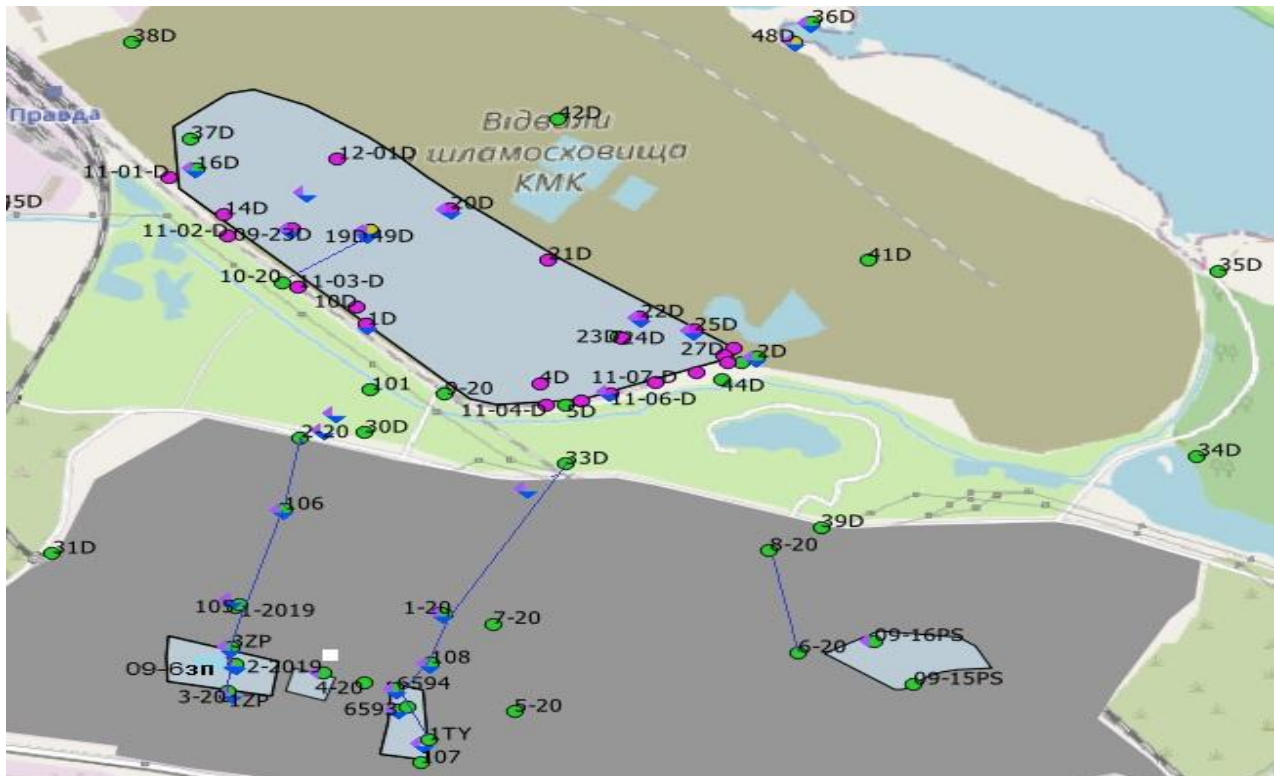


Рисунок 3.2.1 – Карта схема розташування спостережних свердловин на майданчику колишнього ВО «ПХЗ»

3.3 Методи досліджень

3.3.1 Польові методи

Відбір проб ґрунтових вод проводились по створам за напрямком руху підземних вод по загально прийнятим методикам у свердловинах, що розташовані у межах південного і північного секторів (Карта схема розташування спостережних свердловин (див. рис. 3.2.1)

На кожній свердловині визначався рівень водоносного горизонту (РГВ) і рН (див. додаток А).

Рівень ґрунтових вод вимірювалось рулеткою з хлопавкою. Вимірювання рН (in situ) портативним мультиметром.

З метою відбору репрезентативних проб підземних вод свердловини попередньо прокачується для видалення застійної води з обсадної колони свердловини до стабілізації фізико-хімічних параметрів водвідкачування трьох об'ємів води зі свердловини насосом «Grundfos». (Діаметр насоса без захисного кожуха становить 45 мм, а з кожухом - 55 мм., регульована продуктивність насоса і можливість роботи в агресивних середовищах).

Насос забезпечений дротами для підведення електроживлення, тросом для закріплення насоса на потрібній глибині і водопідіймальними трубами. Для електричного живлення використовується портативний генератор з бензиновим двигуном ; якщо свердловина осушувалась, то її треба залишити поки вона заповниться водою, а потім відбирати зразок;

Під час відбору проби необхідно відфільтрувати через фільтр з порами 1 мкм.

Відбирання проб води для хімічного аналізу виконується у певній послідовності , поліетіленову пляшку попередньо обмитим цією ж водою.

Загальна кількість води для виконання аналізу близько 5 літрів з кожної точки відбору.

Для аналізу на визначення вмісту розчинних форм важких металів - пробу води об'ємом 1,5 дм³ відфільтрували через мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм або паперовий фільтр (синя стрічка). Для запобігання втрати металів через їх абсорбцію фільтром рекомендується першу порцію фільтрату об'ємом приблизно 500 см³ відкинути, а наступну порцію фільтрату об'ємом 1 дм³ законсервувати розчином азотної кислоти ($\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$, ГОСТ 4461-77,), 12 см³ азотної кислоти на 1 дм³ води. Фільтрування виконується для відокремлення колоїдних та завислих речовин. Дуже важливо дотримуватися послідовності операції пробопідготовки (спочатку фільтрування проби води, а потім - консервування). Необхідно дотримуватися термінів і температурного режиму зберігання проб (за температури $\leq 3-4^\circ \text{C}$ не більше двох тижнів, включаючи час, необхідний для пересилки). Проби води надсилати до

лабораторії у поліетиленовому посуді, який попередньо ретельно вимити, промити розчином азотної кислоти ($1,5 \text{ моль/дм}^3$), потім відмити посуд дистильованою водою до нейтральної реакції. Щоб приготувати розчин азотної кислоти з концентрацією $1,5 \text{ моль/дм}^3$, необхідно взяти 117 см^3 азотної кислоти з густиною $\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$ та довести дистильованою водою до 1000 см^3 .

Проби для визначення вмісту радіонуклідів: U (238,234), Ra-226 законсервували азотною кислотою (до pH 2)..

Проби для визначення ізотопів Pb-210, Po-210 законсервували соляною кислотою. [8,9].

3.3.2 Аналітичні методи

- Визначення вмісту головних макро-іонів: катіонів (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) і аніонів (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-) проводилось за відповідними стандартними гідрохімічними методами аналізу.

ДСТУ ISO 5664:2007 Якість води. Визначення амонію. Метод дистиляції та титрування (ISO 5664:1984, IDT)

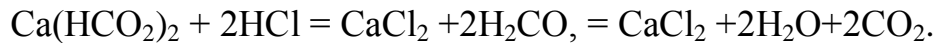
ДСТУ ISO 6059:2003 Якість води. Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти (ISO 6059:1984, IDT)

- Жорсткість. Визначення проводили титруванням проби води $0,05 \text{ н}$ розчином трилону Б в присутності хромогену чорного від червоно-вишневого до синього забарвлення. Метод ґрунтується на утворенні безбарвних комплексних сполук іонів кальцію та магнію з трилоном Б (двонатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти) у лужному середовищі (pH=10) в присутності індикатора хромогену чорного. [10]

- Сухий залишок. Сухий залишок у природних водах визначали

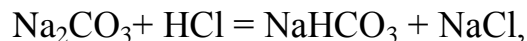
гравіметричним методом. Метод полягає у випарюванні вологи з 5–1000 см³ профільтрованої проби води, висушуванні залишку протягом 3-х годин при температурі 105°C і зважуванні його на аналітичних терезах [10].

- Бікарбонати, карбонати та лужність. Кількість бікарбонатів у воді визначили титруванням проби кислотою (0,1 н HCl) з додаванням метилоранжу до повного розкладання бікарбонатів за схемою:



Закінчення реакції встановлювали за зміною кольору індикатора (метилоранжу) з жовтого на рожевий (рН близько 4,5).

Визначення карбонатів проводили тим самим методом, але з індикатором – фенолфталеїном. Якщо досліджувана вода набуває рожевого кольору з фенолфталеїном, то в ній можна визначити карбонати шляхом титрування проби кислотою до моменту знебарвлення індикатора, тобто до рН=8,3. Реакція проходить за схемою:



тобто на одну молекулу карбонату витрачається одна молекула кислоти. Лужність природних вод визначають титруванням 0,1 н соляною кислотою в присутності метилоранжа [10].

- Хлориди. Титриметричне визначення вмісту хлоридів аргентометричним методом Мора ґрунтується на утворенні в нейтральному або слабколужному середовищі малорозчинного білого осаду хлориду срібла. Індикатор – хромат калію, який з іонами срібла утворює червоно-коричневий осад хромату срібла [11].

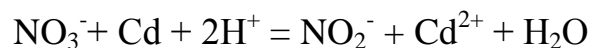
- Сульфати. Титриметричне визначення сульфат-іонів ґрунтується на їх взаємодії з іонами Pb²⁺ з утворенням малорозчинного осаду PbSO₄. Надлишок іонів свинцю після повного осадження PbSO₄ у процесі титрування встановлюють за допомогою індикатору дитизону, який у точці еквівалентності змінює свій синьо-зелений колір на червоно-фіолетовий внаслідок утворення забарвленого дитизонату свинцю [11].

- Амонійний азот. Спектрофотометричне визначення з

гіпобромітом і фенолом. При взаємодії іонів амонію (аміаку) з фенолом в лужному середовищі за наявності гіпоброміту натрію утворюється забарвлена в голубий колір сполука – індофенол. Оптичну густину індофенола визначають при $\lambda = 630$ нм. Лінійна залежність між оптичною густиною розчинів і концентрацією амонійного азоту зберігається в межах від 0,10 до 1 мгN/л [12, 13].

- Нітрити. Метод заснований на здатності первинних ароматичних амінів в присутності азотної кислоти утворювати інтенсивно забарвлені діазосполуки. Оптичну густину утворених діазосполук визначають при $\lambda = 520$ нм. Лінійна залежність між оптичною густиною розчинів і концентрацією нітритів зберігається в межах від 0,007 до 0,350 мгN/л. Концентрацію нітрит-іонів у мгN/л визначають за градувальним графіком, побудованим за обробленими аналогічним способом стандартними розчинами [12, 13].

- Нітрати. Спектрофотометричне визначення відновленням до нітритів. Метод ґрунтується на відновленні нітратів до нітритів металічним кадмієм:

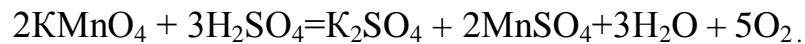


Нітрит-іони, які утворюються, визначають, використовуючи реактив Грісса. Метод можна застосовувати для аналізу поверхневих вод суші з вмістом нітрат-іонів у межах 0,01–0,30 мгN/л при об'ємі проби 25 см³. Вимірюють оптичну густину розчину на спектрофотометрі при $\lambda = 536$ нм. Концентрацію нітрат-іонів у мгN/л визначають за градувальним графіком, побудованим за обробленими аналогічним способом стандартними розчинами [12, 13].

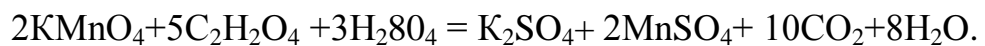
- Фосфати. Метод спектрофотометричного визначення вмісту фосфатів (модифікація методу Деніже-Аткінса) заснований на екстракції фосфорномолібденової гетерополікислоти ($\text{H}_7[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot 28\text{H}_2\text{O}$) бутиловим спиртом, відновленні її в спиртовому розчині хлоридом двовалентного олова і фотометруванні сполуки синього кольору, що

утворилася, за довжини хвилі 620 або 720 нм у кюветі з товщиною шару 5 мм. Вміст фосфатів визначають за калібрувальною кривою, побудованою за обробленими аналогічним способом стандартними розчинами [10].

- Перманганатна окиснюваність. Перманганатна окиснюваність речовин, наявних у пробі води, визначають методом Кубеля з 0,01 н розчином перманганату калію (KMnO_4) у сірчаноокислому середовищі за умов кип'ятіння. Правильні результати можна одержати в разі надлишку окиснювача: необхідно, щоб до кінця окиснення в пробі залишалось ще близько 40 % KMnO_4 . У кислому середовищі розпад перманганату і звільнення атомарного кисню, що витрачається на окиснення речовин, виражають такою схемою:



Нормальність перманганату в цій реакції дорівнює відношенню молекулярної ваги до 5. Надлишок перманганату, не витраченого на окиснення речовин, відновлюють певною кількістю щавлевої кислоти ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$), яку також додають у надлишку. Реакція між щавлевою кислотою і перманганатом калію проходить за такою схемою:



Надлишок щавлевої кислоти, що залишається після повного відновлення перманганату калію, остаточно титрували новою порцією перманганату [15].

Величина ГДК (граничнодопустима концентрація хімічних речовин у воді) приймалася для поверхневих вод водних об'єктів господарсько-питного і культурно побутового водокористування по СанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Оцінка якості підземних вод у всіх точках гідрохімічних досліджень виконується з використанням вимог для питних вод згідно Державних санітарних правил і норм (ДержСанПіН України) 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

Згідно з ДСП 173-96 – вміст шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування не повинен перевищувати їх гранично допустимих концентрацій (ГДК) згідно з Наказом Міністерства від 19.06.96 р. N 173

Всі методики виконуються за збіркою стандартних методикам ДСТУ 7525:2014 [9]

- Для визначення сумарної альфа- і бета-активності використовується «Методика виконання вимірювань для визначення об'ємної сумарної альфа- та бета-активності у пробах поверхневих і підземних вод рідинно-сцинтиляційним методом». Для вимірювання використовувався рідинно-сцинтиляційний спектрометр «Tri-Carb 2900R

- Для визначення активності ізотопів урану (238, 234) використовується «Методика виконання вимірювань об'ємної активності ізотопів урану (234, 238) в природних водах альфа-спектрометричним методом з радіохімічною підготовкою». Для контролю втрат активності в ході виконання радіохімічних процедур використовується атестований розчин ізотопного індикатора ^{232}U . Вимірювання проводиться із застосуванням низько-фонового УМФ-2000 із спектрометричною платою та альфа-спектрометричний комплекс «Прогрес-альфа». Отримані результати по визначенню активності ізотопів урану (238, 234)

- Для визначення активності ізотопів радію-226 використовується «Методика визначення об'ємної активності радію-226 методом рідинно-сцинтиляційної спектрометрії» із вимірюваннями на спектрометрі Triathler фірми Hidex.

- Для визначення активності ізотопів свинцю-210 і полонію-210 використовується «Методика виконання вимірювань об'ємної активності полонію-210 і свинцю-210 в природних водах альфа-бета-радіометричним методом з радіохімічною підготовкою». Для контролю втрат активності в ході виконання радіохімічних процедур використовується атестований розчин ізотопного індикатора ^{209}Po . Вимірювання проводяться із

застосуванням низько-фонового УМФ-2000 із спектрометричною платою

- Для визначення токсичних металів (As, Cd, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Ti, V) застосовується енергодисперсійний рентген-флуоресцентний аналізатор EDX-8100 з модулем продувки гелієм

Пробопідготовка для аналізу включає в себе випаровування зразків води до сухого залишку та пресування в таблетки на підложку з солі борної кислоти.

Для кількісного аналізу сухого залишку після випаровування використовуються еталонні матеріали виробництва МАГАТЕ (SL-1, SL-3, IAEA-158, IAEA-405, IAEA-457, RGU-1, RGTh-1) та WEPAL (ISE-954).

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1 Гідрохімічне забруднення ґрунтових вод

За результатами визначались такі параметри : водневий показник рН, сухий залишок, загальна жорсткість вміст основних катіонів (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) і іонів (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-), залишковий вільний Cl^- , вміст амонію.

Хвостосховище «Західне»

Рівень мінералізації в тілі хвостосховища свердловина Ззп - 12090 мг/л при ГДК 1500 мг/л., перевищення у дев'ять разів, основний іон HCO_3^- .

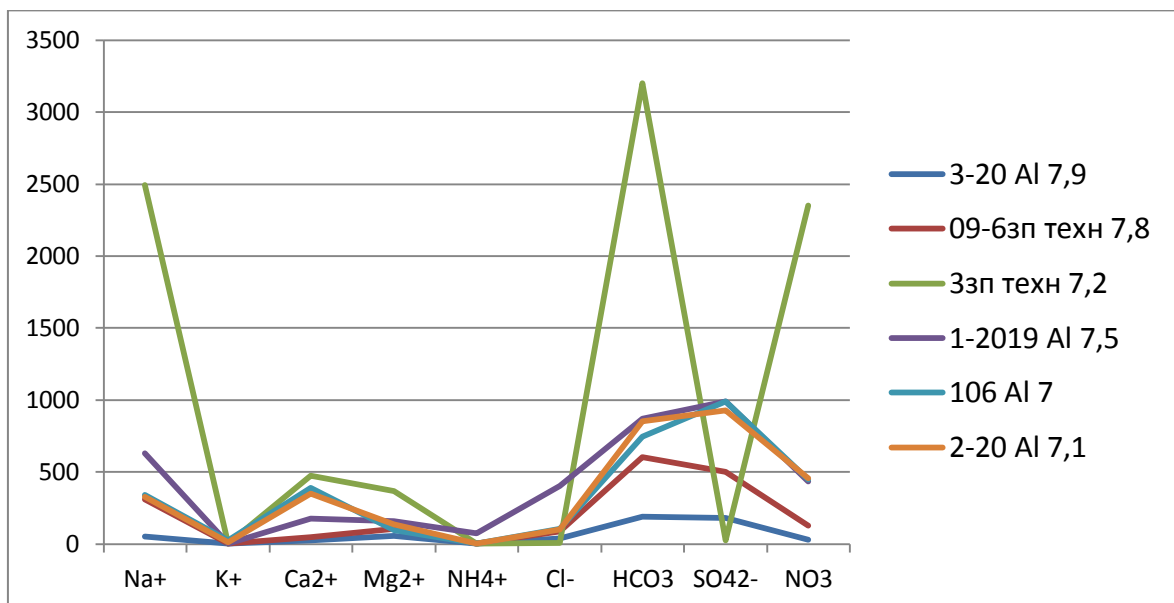


Рисунок 4.1.1 – Вміст катіонів і аніонів в районі х-ща «Західне»

По за межами хвостосховища рН-7,1-7,5, мінералізація зменшується

але є дость високою 3745мг/л в свердловині 1-2019, жорсткість коливається в межах 11-28,6 мг/екв.(жорстка), сильне забруднення іонами сульфату від 500 мг/л (св.09-6зп) до 992 мг/л(св. 106) при ГДК 350 мг/л.

Також перевищення магнію 159 мг/л при (ГДК 80) в два рази , амонію і нітратів.

Виключенням стало – вода з свердловини 3-20 (х-ще «Західне», що знаходиться в створі вище хвостосховища, показники по іонному і катіонному вмісту не перевищують ГДК (див.рис. 4.1.1, додаток Б)

Хвостосховище «Центральний Яр»

За рівнем мінералізації у всіх свердловинах варіюється від 2755 мг/л до 4944 мг/л (св.6594, 1-20) дуже жорстка , основний іон сульфат., вода дуже жорстка більше 12 мг/екв., рН 7,3-8,6.

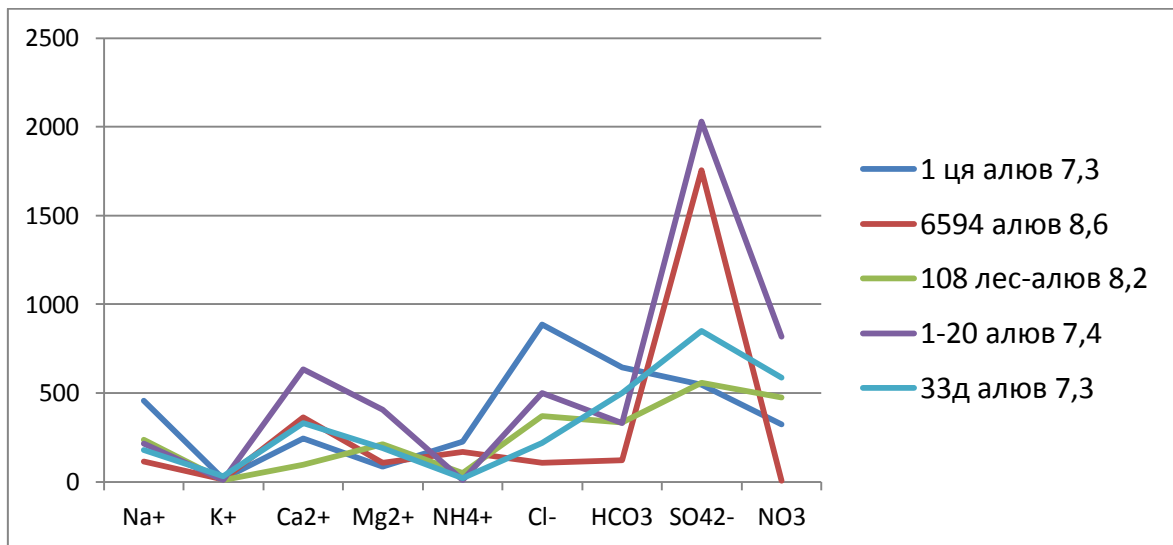


Рисунок 4.1.2 – Вміст катіонів і аніонів в районі х-ща «Центральний Яр»

Забруднені по всій довжині потоку сульфатами, амонієм-47,8 мг/л (ГДК 2,6 мг/л), нітратами -817 мг/л (ГДК-50 мг/л)- перевищує у 16 разів. (дивись рис. 4.1.2; додаток Б)

Хвостосховище «Південно-Східне» рН-7,5, мінералізація у свердловині 6-20 – 3685 мг/л (сильно солоня). Основний забруднювач – сульфат 1118 мг/л; перевищення вмісту HCO3 –в(св. 6-20) 809г/л і (св.8-

20)-500 мг/л при нормі 350г/л., також перевищення, Ca^{2+} , Mg^{2+} . У свердловині 8-20 забруднення HCO_3^- -500 мг/л, вода дуже жорстка 6-20 (48,1 мг/екв.), 8-20 (9,9 мг/екв.) –жорстка. (див. рис.4.1.3; додаток Б))

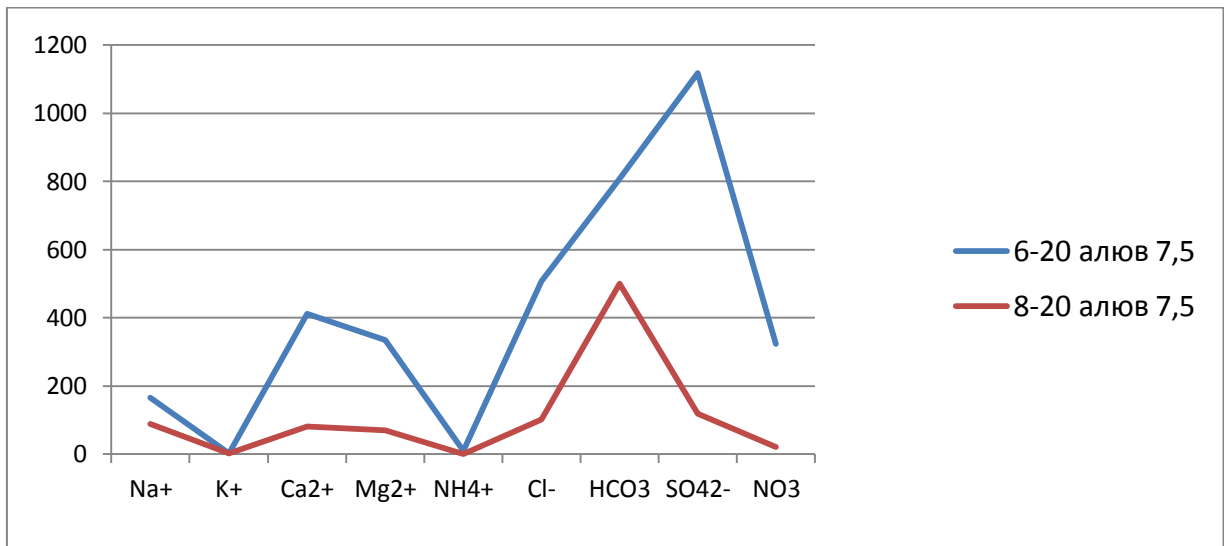


Рисунок 4.1.3 – Вміст катіонів і аніонів в районі х-ща «Південно-Східне»

Проби води з «Дніпровського» хвостосховища (рН-5,8-8,2) також високо мінералізовані(14961-1380мг/л, жорсткість від жорсткої до дуже жорсткої. Забруднені SO_4 (8507–826 мг/л), Na (587-1370 мг/л), Ca (331 – 561мг/л), Mg (1118-321 мг/л). (див. рис. 4.1.4; Додаток Б).

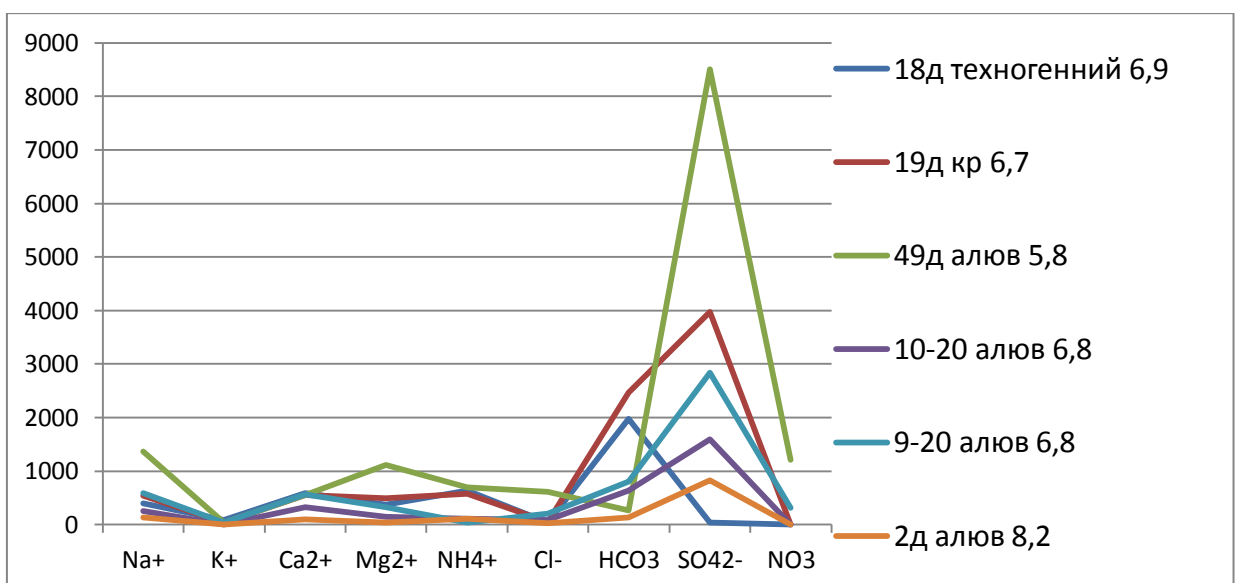


Рисунок 4.1.4 – Вміст катіонів і аніонів в районі х-ща «Дніпровське»

У відповідності до Санітарних норм (ДСанПіН 2.2.4.–171–10) всі проби води з свердловин за своїми гідрохімічними показниками не придатні для питного водокористування, риборозведенню і поливу.

У всіх хвостосховищах сульфатне забруднення, також магнієм, нітратами... Вода від жорсткої до дуже жорсткої, активна реакція рН в межах 6,5-8,5, мінералізація від розсолу в техногенних ґрунтах до солоних по мірі віддаленості від хвостосховища.

Проби води з свердловин 3-20 яка знаходиться вище хвостосховища «Західне» зазнала меншого забруднення, свердловини які нижче за потоком ґрунтових вод також мають нижчі показники по забрудненню, з чого можна зробити висновки, що розчинені хімічні сполуки просачуються ґрунтовими водами з техногенних горизонтів, чим більш обводнений тим більше винос. Так з хвостосховища «Південно-Східне» найменше винос хімічних сполук, так як хвостосховище не обводнене. (див. додатки Б і В).

4.2 Сумарна альфа та бета активність в пробах ґрунтових вод

Результати аналітичних досліджень показали, що встановлені індикативні рівні сумарної альфа (0.1 Бк/л) перевищені на всіх свердловинах.

Рівні бета активності перевищили 1 Бк/л майже на всіх свердловинах за винятком 09-бзп (хвостосховище «Західне»), св. 108 (хв.-ще «Центральний Яр» і свердловини 6-20; 8-20 – х-ще «Південно Східне» (див. додаток Г).

4.3 Активність ізотопів урану (238,234)

Рівні безпеки для споживання води згідно нормам безпеки України визначено на рівні 1 Бк/л.

Максимальні значення сумарну об'ємну активність урану ($U^{238} + U^{234}$) були виявлені на х-щі «Західне» в техногенному водоносному горизонті (Зп), вона склала – 1407 Бк/л і нижче по потоку ґрунтових вод в св.. 1-2019 знизилась до 89,1 бк/л , нижче в св.. 106 – 1,73 Бк/л, а в останній св.2-20 показник активності склав-5,3 Бк/л. Це дослідження виконувалось з метою простежити де є забруднення радіонуклідами уранового ряду (див. рис.4.3.1)

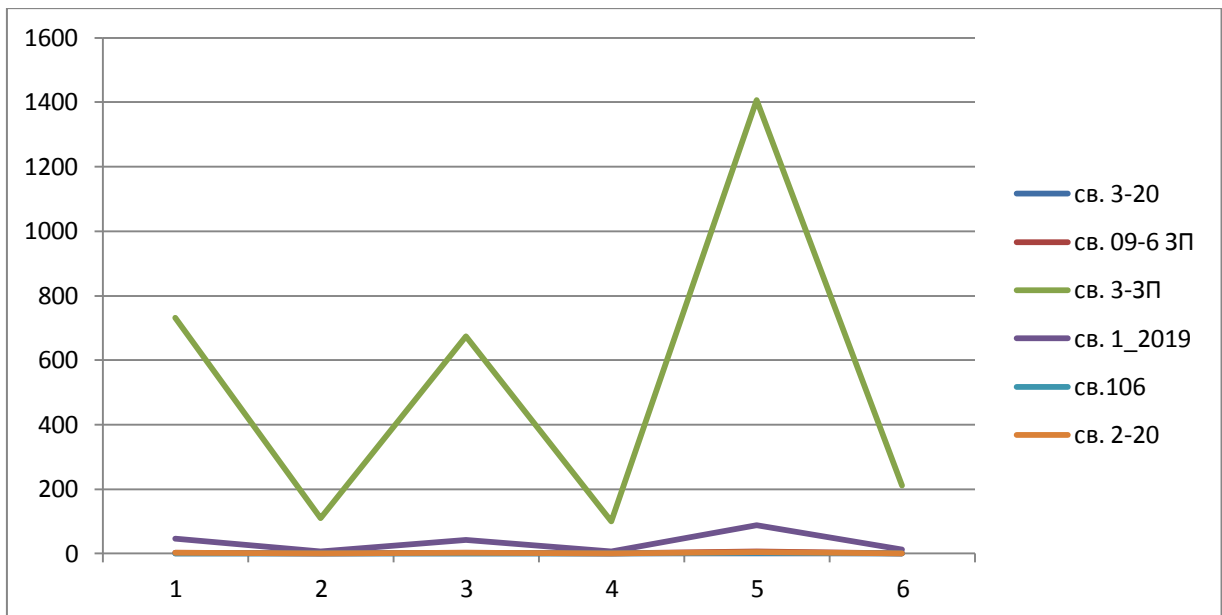


Рисунок 4.3.1- Сумарна альфа та бета активність х-ще «Західне»

Хвостосховище «Центральний Яр» в св.108 – 2,97 Бк/л, св.. 1-20 – 6,34 Бк/л, (див. рис..4.3.2)

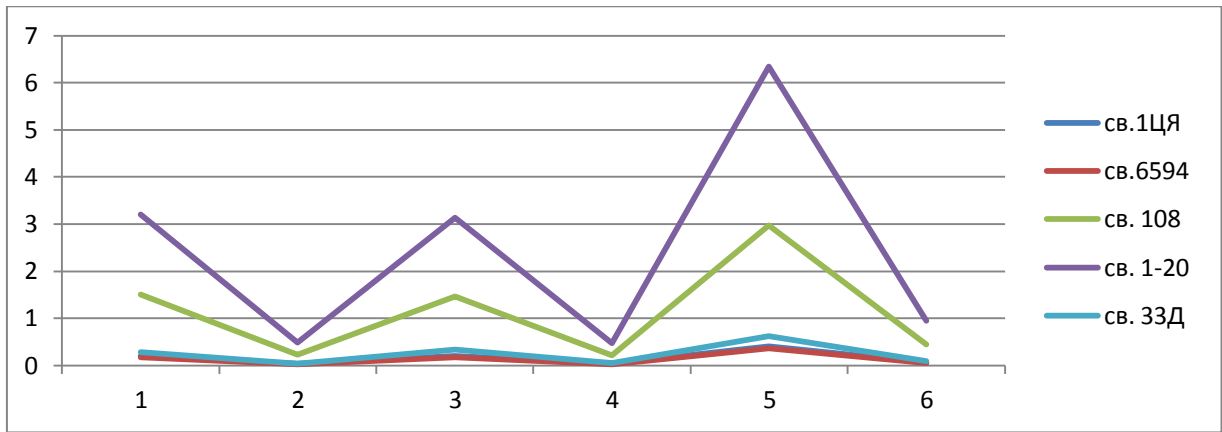


Рис. 4.3.2 - Сумарна альфа та бета активність х-ще «Центральний Яр»

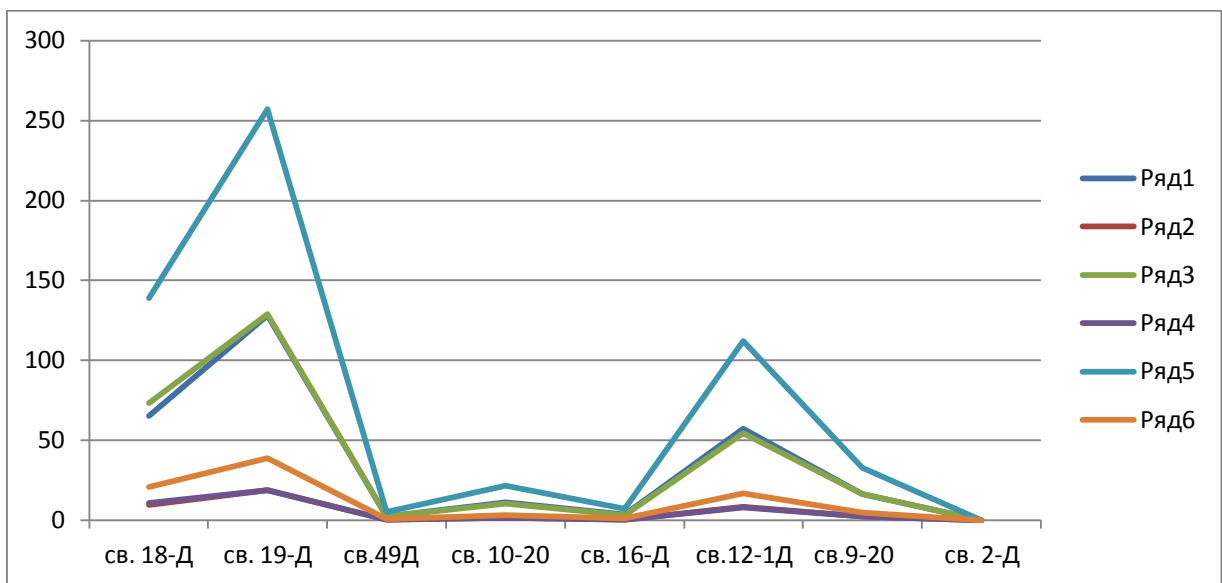


Рис. 4.3.3 - Сумарна альфа та бета активність х-ще «Дніпровське»

В хвостосховищі «Дніпровське» максимальну концентрацію ізотопів в св 19Д активністю 257 Бк/л

При умові, що в місцях де буде перевищення хоч одного із елементів урану – 238 чи урану – 234 на 0,1 Бк/л – необхідно запроваджувати моніторинг і почати роботи з визначення складових розпаду урану, таких як радій-226, свинець-210, полоній та ін..(див. додаток Д)

Карта розподілу сумарного урану представлена (див. додаток Ж)

4.4 Ізотопи радію-226, свинцю-210, полонію-210

Ізотопи природного походження дуже токсичні, виявлені у всіх хвостостовищах, так свинець-210 присутній у хвостосховищах «Західне» (св.09-6зп, 3зп, 106), «Центральний Яр» (св..1 Ця).

Найбільша концентрації всіх трьох ізотопів виявлено в хвостосховище «Дніпровське» у свердловині 18д радій-226 в концентрації-5,62 Бк/л (ГДК 1Бк/л), свинцю-210 активністю 39,7Бк/л, в свердловині 18д В зоні впливу хвостосховища «Північно Східне» в свердловині 8-20 радій-226 активністю 0,165 Бк/л, що до цього ніколи не виявляли і вважалося, що хвостосховище не обводнене і міграції радіонуклідів не спостерігалось.

Згідно з вимогами ДсанПіН, загальна об'ємна активність альфа випромінювачів у питній воді не повинна перевищувати 0,1 Бк/дм³, загальна об'ємна активність бета-випромінювачів – 1 Бк/дм³ [12].

За вимогами ДГН 6.6.1-6.5.001-98 (НРБУ-97), вміст радію-226 не повинен перевищувати,– 1 Бк/л, ізотопів урану (співвідношення урану-234 до урану-238 =– 1 Бк/л [17]

ГДК для всіх ізотопів -1Бк/л,і є ДК –допустимі концентрації у питній воді за визначеними умовами виділення для свинця – 210 (0,5 Бк/л), для полонія 210 (0,2 Бк/л).[

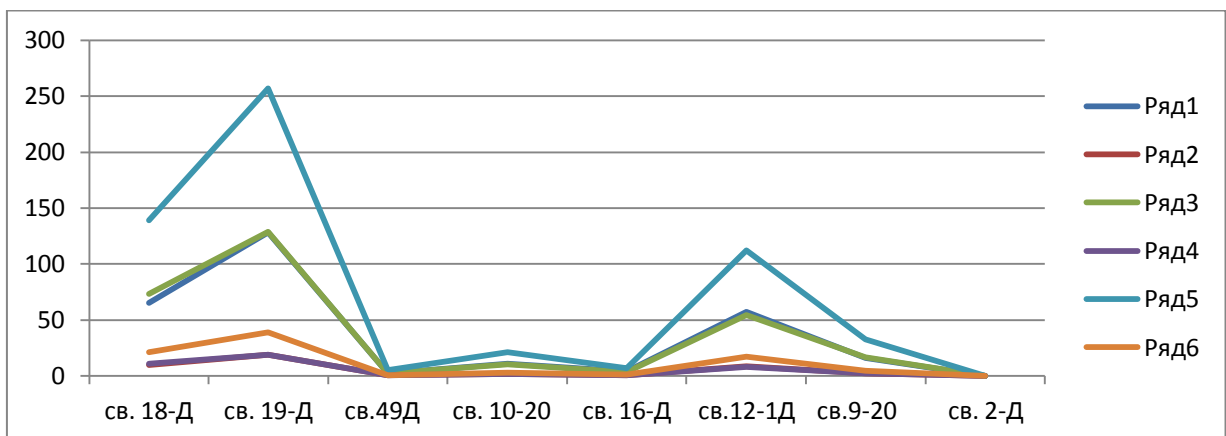


Рис. 4.4.1 – Ізотопи Ra-226, Pb-210, Po-210 в х-ще «Дніпровське»

З проведених досліджень можна зробити такі висновки: ізотопи радію-226, свинцю-210, полонію-210 зустрічаються на всіх хвостосховищах і не тільки в тілі хвостосховища а і далеко за її межами, так в свердловині 106 х-ще «Західне» концентрація перевищує допустимі концентрації в п'ять раз, полоній-210 (концентрація 2,56 Бк/л) при ДК-0,2 Бк/л перевищує у 12,8 раз.

(Див. Додаток З).

4.5 Вміст токсичних металів

Токсичні метали зустрічаються на всіх хвостосховищах так на х-ще «Західному» в свердловині 1-219 ртуть в концентрації 0,00081мг/л (ГДК-0,00005мг/л), х-ще «Центральний Яр» свердловини 108, 1-20 концентрація 0,00551мг/л, 0,00718мг/л. У деяких свердловинах спостерігається перевищення концентрації кадмія (свердловини 3-20, 9-20, 2-2019,09-63п, 12-1д) (див.додаток К).

Токсичні метали несуть серйозну загрозу в розповсюджені забруднення ґрунтових вод.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення техніко-економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Також це дає можливість навчитися більш раціонально планувати свою практичну діяльність надалі і сприяти високій ефективності науково-дослідних робіт.

Техногенний вплив хвостосховищ на навколишнє середовище у Дніпропетровській області призводить до значного погіршення екологічного стану всіх його компонентів,.

Проблеми забруднення підземних вод є важливою та вимагає проведення регулярного моніторингу підземних вод з метою запобігання забруднення навколишнього середовища

5.1 Організація досліджень

Організація дослідження включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, складання сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження.

План проведення дослідження

Для здійснення дослідження необхідно організувати роботу. Для цього використовувався сітьовий метод планування та управління (метод застосовується, якщо виконується комплекс робіт, що мають загальний

початок і загальне закінчення). Види робіт, їхня тривалість і послідовність зведені в таблицю 5.1.1

Таблиця 5.1.1 План проведення дослідження

Шифр робіт і-і	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1	2	3
1-2	Літературний огляд	12
2-3	Збір проб	7
3-4	Ознайомлення з лабораторією	1
4-5	Підготування обладнання	1
5-6	Визначення методів для проведення дослідів	2
6-7	Приготування води для проведення дослідів	4
7-8	Проведення дослідів з визначення вмісту хлорид-іонів	2
7-9	Проведення дослідів з визначення вмісту нітрат-іонів	2
7-10	Проведення дослідів з визначення вмісту нітрит-іонів	3
7-11	Проведення дослідів з визначення вмісту сульфат-іонів	4
7-12	Проведення дослідів з визначення вмісту фосфат-іонів	4
8-13	Обробка отриманих даних	1
9-13		1
10-13		1
11-13	Обробка отриманих даних	1
12-13		1
13-14	Побудова графічних залежностей	5

5.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік (сітьова модель) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними. На основі

сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка вдається формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Сітьовий графік представлений на рис. 5.2.1

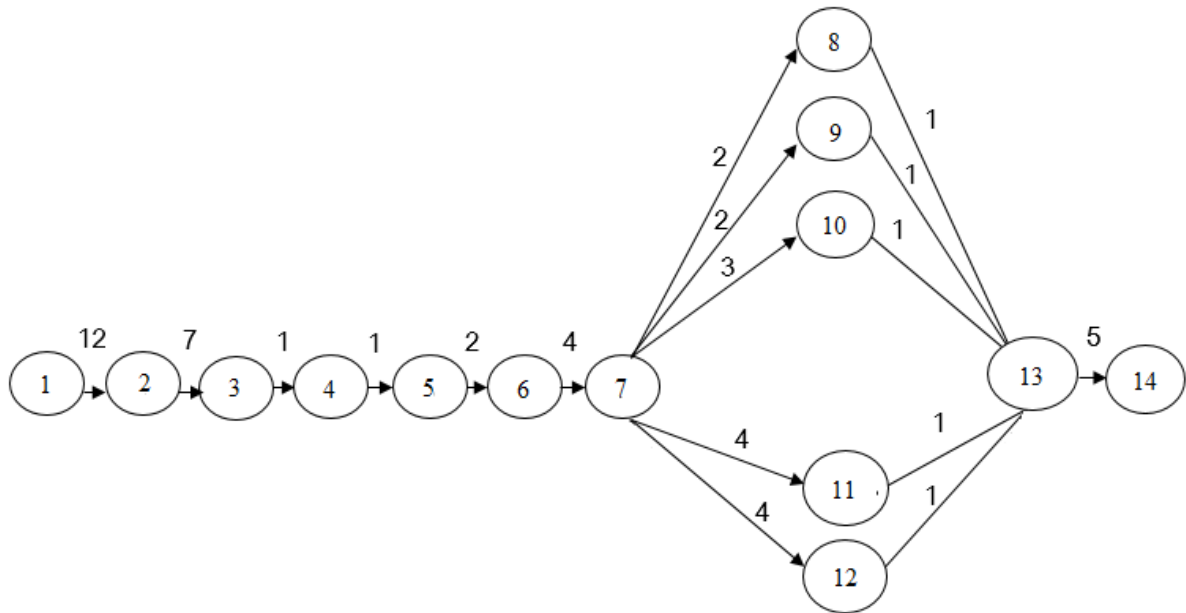


Рис. 5.2.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходяться всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1 1-2-3-4-5-6-7-8-13-14 = 12+7+1+1+2+4+2+1+5 = 35 \text{ днів};$$

$$L^2 1-2-3-4-5-6-7-9-13-14 = 12+7+1+1+2+4+2+1+5 = 35 \text{ днів};$$

$$L^3 1-2-3-4-5-6-7-10-13-14 = 12+7+1+1+2+4+3+1+5 = 36 \text{ днів};$$

$$L^4 1-2-3-4-5-6-7-11-13-14 = 12+7+1+1+2+4+2+4+5 = 37 \text{ днів};$$

$$L^5 1-2-3-4-5-6-7-12-13-14 = 12+7+1+1+2+4+2+4+5 = 37 \text{ днів};$$

Критичний шлях дорівнює 37 днів.

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є другий та четвертий шляхи. Потім розраховуються параметри сітьової моделі: ранній і пізній термін здійснення подій. Пізній термін здійснення **події** (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої. Ранній термін

здійснення події (T_i^P) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.

Розрахуємо резерв шляху за формулою (5.2):

$$R_i = T_i^N - T_i^P; \quad (5.2)$$

де, R_i – резерв шляху;

T_i^N – пізній термін здійснення події;

T_i^P – ранній термін здійснення події.

Отримані дані зведені в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2.1- Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	T_i^P , дні	T_i^N , дні	R_i , дні
1	2	3	4
1	12	14	2
2	7	10	3
3	1	1	0
4	1	2	1
5	2	2	0
6	4	5	1
7	2	4	2
8	2	4	2
9	3	5	2
10	4	6	2
11	4	6	2
12	4	6	2
13	1	1	0
14	5	5	0

Далі знаходимо резерви часу:

а) Повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.3):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.3)$$

де, t_{ij} – тривалість роботи.

б) Вільний резерв часу роботи (R_{ij}^b) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.4):

$$R_{ij}^b = T_j^p - T_i^p - t_{ij} \quad (5.4.)$$

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви .

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначається по формулі (5.5):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{\max,ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.5)$$

де, $L_{\max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях;

$L_{кр} = 37$ днів.

Розрахунки зведені в таблицю 5.2.1

Таблиця 5.2.2 - Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв R_{ij}^B , (дні)	Повний резерв $R_{ij}^П$, (дні)	Коефіцієнт напруженості
1	2	3	4
1-2	0	0	0
2-3	0	0	0
3-4	0	0	0
4-5	0	0	0
5-6	0	0	0
6-7	0	0	0
7-8	0	2	0,6
7-9	0	2	0,6
7-10	0	1	0,8
7-11	0	0	0
7-12	0	0	0
7-13	0	0	0
8-14	2	2	0,6
9-14	2	2	0,6
10-14	1	1	0,8
11-14	0	0	0
12-14	0	0	0
13-14	0	0	0

Таким чином, використання сіткового планування допомагає правильно організувати захід, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перешикувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка варто прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення заходу.

Метою сіткового планування є оптимізація процесу.

Аналізуючи отримані розрахункові дані, видно, що на виконання всього комплексу робіт, зв'язаних із проведенням дослідження, буде потрібно 65 днів. Причому, виконання робіт, що лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, тому що вони не мають резерву часу. А на критичному шляху лежать майже всі виконувані роботи. Крім того у більшості робіт коефіцієнт напруженості дорівнює своєму найбільшому значенню.

Виходячи з таблиці 5.3 можна зробити висновок, що календарні терміни деяких робіт можна зміщати в часі.

5.3 Витрати пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідів, знаходились по формулі (5.5):

$$M = \sum T_i * C_i, \quad (5.6)$$

де, m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приведені в таблиці 5.3.1

Таблиця 5.3.1 - Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування реагенту, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4
Колба конічна, шт	3	57,00	171,00
Скляна ємність для відбору проб	2	50,00	100,00
Піпетка на 10 мл, шт	3	27,70	83,10
Розчин HCl, л	0,1	30,00	3,00
Індикатор K ₂ CrO ₄ 10%, л	0,01	1200,00	120,00
Розчин AgNO ₃ , л	0,01	1500,00	150,00
Універсальний індикатор, шт	1	100	100
Гумові рукавички, шт	2	5,00	10,00
Халат, шт	1	149,00	149,00
Блокнот для нотаток, шт	1	50,00	50,00
Ручка для записів, шт	1	10,00	10,00
Усього			946,10

Заробітна плата людей, що займалися дослідженням, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Розрахунки зведені в таблицю 5.5.

Таблиця 5.3.2 - Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник	9000	61,22	10	612,20
Всього				612,20

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22% єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 612,20 \times 22 \div 100 = 134,69 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.7):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.7)$$

де, M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K=0,9$;

T – час роботи на установці;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$a = 1,68 \text{ грн.}/(\text{кВт}/\text{год.})$.

Затрати енергії на лабораторний млин:

Тоді затрати енергії на: персональний комп'ютер Asus

$$E_1 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 208 \cdot 1,68 = 283,05 \text{ грн}$$

Затрати енергії на: принтер HP Laser Jet 1200

$$E_2 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 1,68 = 5,44 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на: ваги лабораторні

$$E_3 = 0,90 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 1,68 = 5,44 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на електроенергію:

$$E = 283,05 + 5,44 + 5,44 = 293,93 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходимо за формулою (5.8):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12} \quad (5.8)$$

де, A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, місяців, (дослідження проводились протягом місяця);

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в таблиці 5.3.3

Таблиця 5.3.3 - Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Персональний комп'ютер Asus	9000	24	30	177,53
Принтер HP Laser Jet 1200	1500	24	1	0,99
Ваги лабораторні	1000	24	1	0,66
Разом				179,18

Накладні витрати – це витрати, пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництва. До накладних витрат відносяться витрати на оплату праці адміністративно-управлінського та обслуговуючого персоналу, інші витрати, пов'язані з управлінням.

Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються р

івними 80% від розрахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$612,20 \times 80 \div 100 = 489,76 \text{ грн}$$

Розрахунок всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зведено в таблицю 5.3.4

Таблиця 5.3.4 - Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	946,10
Заробітна плата	612,20
Нарахування на заробітну плату	134,69
Електроенергія	293,93
Амортизація	179,18
Накладні витрати	489,76
Усього	2655,86

Аналіз таблиці показав, що на першому місці стоять витрати на основні матеріали і заробітну плату.

5.4 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де, Ц – ціна дослідження, грн.;

С – витрати на дослідження, грн.;

Р – нормативна рентабельність;

$$P = 30\%$$

Таким чином:

$$Ц = 2655,86 + (30 \times 2655,86 \div 100) = 3452,62 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3452,62 грн.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз стану з охорони праці в лабораторії гідроекології Дніпровського державного аграрно-економічного університету

Завідувач лабораторією гідроекології здійснює безпосереднє керівництво і несе відповідальність за створення здорових, безпечних умов праці і проведення науково-дослідних робіт та лабораторних досліджень у лабораторії.

Фахівцем з охорони праці є старший лаборант лабораторії.

Усі працівники лабораторії гідроекології (лаборанти, студенти, викладачі) при прийманні на роботу та в процесі роботи (навчання) проходять інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасного випадку.

Первинний інструктаж проводиться завідувачем лабораторією гідроекології на робочому місці перед початком роботи з усіма працівниками лабораторії.

Завідувач лабораторією гідроекології проводить з кожним працюючим у лабораторії на початку семестру повторний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки з записом у «Журнал реєстрації інструктажів з питань техніки безпеки та охорони праці на робочому місці» за підписом кожного. Він негайно повідомляє декана факультету водогосподарської інженерії та екології, проректора з навчальної роботи, профспілковий комітет і службу з охорони праці про кожний нещасний випадок, що трапився під час науково-дослідних робіт та лабораторних досліджень.

Лабораторія обладнана освітленістю, вентиляцією, опаленням тощо, забезпечує працюючих засобами індивідуального захисту, спецодягом і спецвзуттям. У ній присутня наглядна агітація.

Загальні вимоги.

До роботи з реактивами допускаються особи, що пройшли медичний огляд та спеціальну підготовку. До роботи з реактивами не допускаються вагітні жінки, жінки-годувальниці, особи пенсійного віку, молодше 18 років та ті, що мають медичні протипоказання.

Усі роботи з реактивами слід проводити при температурі не вище 24°C при мінімальних висхідних повітряних потоках.

До роботи необхідно приступати у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають чи не прилягають, а також у необхідних засобах індивідуального захисту, що відповідають виду виконання робіт.

Роботи проводять тільки у засобах індивідуального захисту (ЗІЗ).

Вимоги безпеки перед початком роботи.

На початку роботи, завідувач лабораторією повинен провести первинний інструктаж з кожним працівником (лаборант, студент, викладач) з питань охорони праці, при виконанні науково-дослідних робіт та лабораторних досліджень у науково-дослідній лабораторії гідроекології, який є обов'язковим записом у «Журнал реєстрації інструктажу з питань техніки безпеки та охорони праці на робочому місці» під особистий підпис кожного інструктованого. До виконання робіт не допускаються особи, які не пройшли інструктаж з питань охорони праці.

Перед початком роботи завідувач лабораторії або лаборант перевіряє безпечність обладнання в лабораторії та надає дозвіл до початку роботи. При невідповідності стану обладнання, лаборант негайно має повідомити завідувача.

Працюючим у лабораторії, приступати до роботи з пристроями, вмикати та вимикати електрообладнання, рубильники, пускачі без дозволу завідувача лабораторії забороняється.

Вимоги безпеки під час виконання роботи.

Під час проведення науково-дослідних робіт та лабораторних

досліджень не захищати своє робоче місце речами, що не мають відношення до виконання робіт.

Під час роботи в лабораторії обов'язкова присутність другої людини, яка необхідна для надання допомоги у разі небезпеки.

Завідувач лабораторії слідкує за правильним і безпечним виконанням усіма працівниками лабораторії роботи, яка передбачена методиками проведення науково-дослідних робіт та лабораторних досліджень та відповідає за стан техніки безпеки, життя і здоров'я присутніх в лабораторії під час проведення робіт. Виконання інших робіт без дозволу завідувача або лаборанта забороняється.

Відповідальність за створення і підтримання безпечних умов праці у лабораторії покладається на завідувача лабораторією.

Вимоги безпеки при роботі з кислотами. Концентровані кислоти викликають зневоднення шкіри та інших тканин. Дуже небезпечні опіки хромовою сумішшю. Сильна дратівна дія на слизуваті оболонки дихальних шляхів та очей роблять кислоти, що димлять (концентровані соляна та азотна кислоти). Кислоти викликають локальний хімічний опік. Виключення становить ціановодень HCN і деякі інші, що володіють загальноотруйною дією. Ступінь важкості хімічного опіку залежить від сили й концентрації кислоти. Навіть оцтова й щавлева кислоти здатні викликати некроз шкіри при концентрації 60-70% і вище. Найбільш сильні, що довго не гояться опіки походять від: царської горілки, соляної й азотної кислот окремо, хромових, сірчаних, плавикових, хлорних кислот. Концентровані кислоти небезпечні ще й тим, що можуть виділяти їдкі пари.

Концентровані кислоти зберігають під тягою. Переливають їх також під тягою, користуючись індивідуальними засобами захисту (окуляри або захисна маска, гумові рукавички, халат, гумовий фартух).

При користуванні склянкою з кислотою необхідно стежити, щоб на кожній склянці була чітка назва кислоти. Наливати кислоту треба так, щоб

при нахилі склянки етикетка, щоб уникнути її псування, знаходилася зверху.

Досліди з концентрованими кислотами повинні виконуватися у захисному спецодязі й окулярах (масці).

При розведенні або зміцненні розчинів кислот потрібно наливати кислоту більшої концентрації в посудину з кислотою меншої концентрації; при виготовленні суміші кислот необхідно вливати рідину більшої щільності в рідину з меншою щільністю.

Доливають кислоту по скляній паличці із запобіжним гумовим кільцем знизу. Наливши певну порцію кислоти, розмішують вміст посудини, у якому готують розчин. Перші порції треба робити невеликими. Під час розчинення стежать за температурою рідини й не допускають перегріву, інакше посудина може лопнути.

Необхідно бути уважними при транспортуванні посудин з кислотами. Склянку з кислотою не можна притискати руками до грудей, тому що можливе розпліскування й опіки. Наливати кислоту потрібно в посудини обсягом не більше 1 л.

Відпрацьовані кислоти збирають в окремі посудини й зливають у каналізацію тільки після їхньої нейтралізації (цю операцію проводить лаборант). У крайньому випадку можна, попередньо відкривши кран, повільно вилити реактив по стінці раковини. Після цього вода повинна литися ще 1-2 хвилини.

Вимоги безпеки при роботі з лугами. Луги, в основному, спричиняють організму локальну дію, викликаючи омертвіння (некроз) тільки тих ділянок шкірного покриву, на які вони потрапили. Однак надалі організм випробовує загальне отруєння в результаті всмоктування в кров продуктів взаємодії м'язових тканин і лугів. Луги, особливо концентровані, характеризується значною глибиною проникнення, оскільки вони розчиняють білок. У зв'язку із цим дуже небезпечне влучення лугу в очі: при запізній першій допомозі воно супроводжується повною втратою

зору.

Тверді луги дуже гігроскопічні, поглинають із повітря вуглекислий газ із утворенням відповідних карбонатів.

Зберігати тверді луги треба в ємностях з поліетилену або в товстостінних широкогорлих скляних банках, що щільно закриваються пропарафіненими корковими пробками.

З концентрованих аміачних розчинів виділяється велика кількість газоподібного аміаку. Він подразнює діє на верхні дихальні шляхи, а у високих концентраціях - і на нервову систему. Добре розчиняючись у воді, аміак концентрується у волозі слизуватих оболонок, особливо в очах, і це найбільш небезпечно, тому що якщо не прийняти мір першої допомоги він проникає глибоко в тканини та викликає необоротні зміни очного яблука через тривалий час із моменту ураження, тому переливати концентровані розчини аміаку потрібно тільки під тягою. Досліди з аміаком також повинні проводитися у витяжній шафі.

Під час приготування розчинів лугів тверді речовини беруть тільки спеціальною ложечкою й у жодному разі не насипають, тому що пил може потрапити в очі й на шкіру. Після використання ложечку ретельно миють, тому що луг міцно пристає до багатьох поверхонь. Папером, тим більше фільтрувальним, користуватися не можна, тому що луг його роз'їдає.

Розчини готують у товстостінних порцелянових посудинах у два етапи. Спочатку роблять концентрований розчин, охолоджують його до кімнатної температури, а потім розбавляють до потрібної концентрації. Така послідовність викликана значним екзотермічним ефектом розчинення.

Група зберігання № 7 - речовини підвищеної фізіологічної активності.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

З метою попередження будь-якої аварійної ситуації, необхідно усім працівникам лабораторії додержуватись правил техніки безпеки, пожежної

безпеки, санітарно-гігієнічних вимог, правил експлуатації електрообладнання тощо. За порушення правил пожежної безпеки винні притягуються до дисциплінарної та кримінальної відповідальності в залежності від збитків, нанесених здоров'ю людей та обладнанню. При виникненні пожежі необхідно вимкнути від живлення устаткування або залишити робоче місце, відразу повідомити про це завідувача лабораторії, негайно викликати пожежну команду по телефону 101, та організувати гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння. Якщо необхідно, то надати першу долі карську допомогу травмованій особі і відправити до лікарні. У випадку протокі кислоти її необхідно забрати. Кращий спосіб збирання - засипати калюжу сухим кварцовим піском. Його перемішують на місці розливу, а потім, зібравши в совок, викидають або заривають у землю. Після збирання піску місце розливу обробляють 10-15%-вим розчином питної соди, а потім миють водою.

При втраті свідомості потерпілому дають вдихнути пари нашатирного спирту, для чого йому під ніс на короткий час підносять вату, змочену 10%-ним розчином аміаку.

При травмуванні колюче-ріжучими інструментами, склом і т.п. необхідно очистити рану механічно, застосовуючи стерильну марлю чи вату, обробити рану дезінфікуючим розчином (3-5% розчин йоду), розкрити індивідуальний пакет, накласти стерильний перев'язочний матеріал.

При кровотечі з рани – придавити артерію вище поранення. Якщо кровотеча сильна, накласти джгут (із зазначенням точного часу), відправити до лікарні.

При переломах та вивихах накласти шину чи нерухому пов'язку, негайно відправити до лікарні. Забороняється вправляти вивихи та переломи.

При тепловому чи сонячному ударі потерпілого треба відвести у тінь, покласти мокру серветку на ділянку серця та голову, напоїти

холодною водою, дати серцеві препарати.

При термічних опіках опечене місце необхідно охолодити під струменем холодної проточної води і накласти на нього примочку із 2% розчину питної соди або марганцевокислого калію.

При ураженні струмом необхідно звільнити потерпілого від дії електричного струму (відключити електроприлад від джерела живлення, а при неможливості відключення приладу треба відтягти потерпілого від струмоведучих частин за одяг або застосувавши ізоляційний матеріал).

При ураженні кислотами уражену ділянку шкіри промивають сильним струменем холодної води протягом 10-15 хв. Після промивання на обпалене місце накладають просочену водним 2%-м розчином питної соди марлеву пов'язку або ватяний тампон. Через 10 хв. пов'язку знімають, шкіру обмивають, обережно видаляють вологу фільтрувальним папером або м'якою тканиною й змазують гліцериним для зменшення болючих відчуттів. При влученні крапель кислоти в очі їх промивають проточною водою протягом 15 хв. і після цього - 2%-м водяним розчином питної соди. Після цього потерпілого відправляють до лікарні.

При ураженні лугами необхідно негайно яким-небудь предметом видалити шматочки лугу, що пристали до шкіри, й промити уражене місце рясним струменем води. Луг змивається погано, промивання повинне бути тривалим (10-15 хв.) і ретельним. Для нейтралізації лугу, що проникнула в пори шкіри, на уражене місце після промивання накладають пов'язку з марлі або ватяний тампон з 5%-м розчином оцтової кислоти. Через 10 хв. пов'язку знімають, шкіру обмивають, обережно видаляють воду фільтрувальним папером або м'якою тканиною й змазують гліцериним для зменшення болючих відчуттів. Якщо луг потрапив в очі, негайно варто промити їх проточною водою протягом 15-20 хв. Після цього око обполіскують 2%-м розчином борної кислоти й закачують під віка альбуцид. Після надання першої допомоги потрібно негайно звернутися до лікаря-окуліста.

За порушення правил пожежної безпеки винні притягуються до дисциплінарної, адміністративної та кримінальної відповідальності в залежності від збитків, нанесених обладнанню та здоров'ю людей.

В аварійних випадках (травмуванні, несправності обладнання, пожежі тощо) сповістити завідувача лабораторії та спеціаліста служби охорони праці.

У лабораторії обов'язково має бути укомплектована медична аптечка згідно переліку з описом медикаментів. На упаковках препаратів ставиться порядковий номер згідно опису. На дверцятах аптечки або поряд вивіщується інструкція по наданню першої медичної допомоги при травмах, а також номер телефону найближчої лікарні або швидкої допомоги. Комплектація аптечки здійснюється адміністрацією закладу згідно заявки завідувача лабораторією. На протязі року необхідно систематично перевіряти термін придатності препаратів.

Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Працівники лабораторії повинні упорядкувати своє робоче місце, повідомити завідувача або лаборанта про завершену роботу і тільки після їх дозволу залишати лабораторію.

Завідувач лабораторії або лаборант повинен перевірити лабораторію, де проходили роботи, відключити в лабораторії спочатку електрообладнання з розеток, а потім вимкнути рубильники, встановити обладнання в початкове положення, закрити вікна та водяні крани, відключити освітлення, закрити лабораторію.

При виявленні лаборантом недоліків, несправності або пошкодження електроприладів, обладнання тощо, необхідно негайно повідомити завідувача лабораторією та АГЧ. Роботу можна розпочинати тільки після усунення несправностей, недоліків тощо, та з дозволу завідувача лабораторії.

Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в лабораторії гідроекології Дніпровського державного аграрно-економічного

університету

Для інструктажу й навчання працівників з охорони праці варто застосовувати сучасні методи активного навчання, виховання у працівників психології і культури безпеки, що унеможлиблює будь-які небезпечні дії. Перед кожною потенційною небезпечною операцією складається план її виконання, виписується наряд-допуск, проводиться детальний інструктаж. При першому порушенні правил безпеки порушника попереджають, а при повторному порушенні чинять згідно з КЗпП.

Пропонується внести такі рекомендації з поліпшення стану з охорони праці в лабораторії:

- упровадження устаткування та пристроїв, які забезпечують застосування безпечної напруги до 12В – у приміщеннях особливо небезпечних та до 42В – у приміщеннях із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом;

- введення в електроустаткування пристроїв для контролю стану ізоляції та засобів сигналізації або відключення електричного живлення у випадках пошкодження цієї ізоляції;

- улаштування кабінетів і куточків з охорони праці та ін.;

- встановлення електроводонагрівача для дотримання санітарно-гігієнічних норм при проведенні лабораторних досліджень.

ВИСНОВКИ

Грунтові води в зоні впливу хвостосховищ розташованих в місті Кам'янське зазнали суттєвих змін. Результати аналітичних досліджень показали: води від солоних до рапи досягає мінералізації до 12000мг/л, жорсткі, дуже забруднені в більшій мірі сульфатами, магнієм, амонієм та нітратами.

Індикативні рівні сумарної альфа і бета активності (0,1 Бк/л) перевищують майже на всіх пробах.

Максимальні значення сумарної об'ємної активності урану ($U^{238} + U^{234}$) були виявлені на х-щі «Західне» в техногенному водоносному горизонті (Ззп), вона склала – 1407 Бк/л ,при ГДК- 1Бк/л.

Ізотопи радію-226, свинцю-210 та полонію-210 присутні не тільки в техногенних водоносних горизонтах а і далеко за межами хвостосховищ, так по всіх профілях спостерігається забруднення на відстань близько 80 – 120 метрів від хвостосховищ.

На всіх хвостосховищах виявлені токсичні метали, такі як кадмій, ртуть, селен, хром і титан, перевищення ГДК перевищено в два рази.

Токсичні метали зустрічаються по всіх профілях, де відбирали проби ґрунтових вод.

Грунтові води за індексом комбінаторної забрудненості середнє значення кратності (ГДК) перевищували в п'ять і більше разів – рівень забрудненості стійкий, характеристика рівня забрудненості-екстримально високий,, відноситься до першого класу небезпеки.

На хвостосховищі «Дніпровське» в свердловинах які розташовані на дамбах рівні забруднення в два-три рази перевищують контрольні рівні.

В зоні впливу хвостосховища «Південно Східне» яке вважалось не обводненим і не уможливило міграцію радіонуклідів було виявлено

ізотопи радію-226 активністю 0,165 Бк/л.

Грунтові води за індексом комбінаторної забрудненості середнє значення кратності (ГДК) перевищували в п`ять і більше разів – рівень забрудненості стійкий, характеристика рівня забрудненості-екстримально високий, відноситься до першого класу небезпеки, не придатні для споживання людиною.

Проблема забруднення ґрунтових вод викликає занепокоєння, вимагає проведення регулярних спостережень . Це дозволить більш чітко визначати джерела забруднення та володіти інформацією для прийняття рішень щодо реабілітаційних заходів на цій території з метою недопущення розповсюдження забруднюючих речовин

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стратегія розвитку водної політики України на 2020 – 2050 рр.. – 2020. –С. 3.
2. Постанова Верховної Ради України
«Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 38-39, - ст.248
3. Екологічна гідрологія, Тема 8. «Моніторинг екологічного стану підземних вод»
4. Паспорт хвостосховища «Дніпровське»
5. Паспорт хвостосховища «Західне»
6. Паспорт хвостосховища «Центральний Яр»
7. Паспорт хвостосховища «Південно Східне»
8. ДСТУ ISO 5667-2:2003 Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб (ISO 5667-2:1991, IDT); ДСТУ ISO 5667-1:2003 Якість води. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо проекту програм відбирання проб ISO 5667-1:1980,
9. ДСТУ 7525:2014 Вода питьевая. Требования и методы контролирования качества
10. Аналітична хімія поверхневих вод / [Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.] – К. Наукова думка, 2007. – 456 с.
11. А. Д. Семенов. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под. ред. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
12. Перелік методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінекоресурсів України: від 03.11.2003 р. №98. – Офіц. Вид. - Мінекоресурси України.

13. А. Д. Семенов. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под. ред. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
14. Державні санітарні Правила і Нормативи ДСанПіН 2.2.4-171-10).
15. Федоненко О. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з гідрохімії. / Федоненко О. В., Ананьєва Т. В. – Д.: РВВ ДНУ, 2012. – 33 с.
16. ДСП 2.2.4.-171-НРБУ 97/Д-2000
17. ДГН 6.6.1-6.5.001-98 (НРБУ-97
18. Кузовов Ю.І. Придніпровський хімічний завод (історичний нарис) Дніпропетровськ 1997 – С 160-
19. Юрчин Є.В, н.с.УкрГМІ Кориченський К.О., н.с.УкрГМІ Лаврова Т.В. «Радіаційний моніторинг підземних вод на проммайданчику колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод», Університет природничих наук у Любліні, Збірник статей міжнародної наукової конференції «Перспективи дослідження Землі: поточний стан та раціональне використання ресурсів» місто Люблін, республіка Польща, грудень 2021- С. 56-59
20. Ткаченко К.Ю., Скальський О.С., Бугай Д.О., Лаврова Т.В., Процак В.П., Кубко Ю.І, Авіла Р., Зоноз Б.Ю., «Моніторинг техногенного забруднення підземних вод у зоні впливу уранових хвостосховищ Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське). Геологічний журнал. 2020. № 3(372), С. 17-35
21. Skalskyu O., Bugai D., Voitsekhovitch O. et al. Groundwater monitoring data and screening radionuclide transport modeling analyses for the uranium mill tailings at the Pridneprovsky Chemical Plant Site (Dneprodzerginsk, Ukraine). The New Uranium Mining Boom: Challenge and lessons learned. Berlin: Springer. 2011. P. 219 - 228.
22. Мандрик Б.М., Чомко Д.Ф., Чомко Ф.В. Гідрогеологія. – Київ: Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, 2005.-С-197

ДОДАТКИ