

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
спеціальність 103 – Науки про Землю
освітня програма «Гідрогеологія»

ТЕМА: «ПОШИРЕННЯ НАФТОПРОДУКТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВИХ ВОД
ВНАСЛІДОК ЕКСПЛУАТАЦІЇ СКЛАДУ ПММ АЕРОПОРТУ "БОРИСПІЛЬ"»

Виконав



студент 2-го курсу магістратури
кафедри гідрогеологія
Андрій ОПАНАСЕНКО

Науковий керівник



професор, доктор геол. наук
Олексій КОШЛЯКОВ

Робота рекомендується до захисту (протокол № 11
кафедри гідрогеології та інженерної геології від 10.05 2023 р.)

Завідувач кафедри



професор, доктор геол. наук
Олексій КОШЛЯКОВ

Київ – 2023

Дофк (468)

Зміст

Вступ

1. Еколого-гідрогеологічні умови території досліджень

- 1.1. Передумови вибору ділянки для проведення досліджень
- 1.2. Геоморфологія, орогідрографія та клімат
- 1.4. Характеристика захищеності підземних вод
- 1.5. Експлуатація підземних вод

2. Особливості формування нафтопродуктового забруднення території складу пально-мастильних матеріалів

- 2.1. Загальні відомості про об'єкт-забруднювач
- 2.2 Історія еколого-геологічних досліджень осередку забруднення
- 2.3. Геолого-гідрогеологічні умови ділянки забруднення
- 2.4. Аналіз умов формування нафтопродуктового забруднення

3. Трансформація осередку забруднення

- 3.1 Методика проведення моніторингових спостережень
- 3.2 Оцінка трансформації осередку забруднення

4. Порівняння змін потужностей нафтопродуктового забруднення за проміжок часу з 1998 по 2015рр.

Висновок

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Вступ

Метою магістерської роботи є – визначити зміни у нафтопродуктовому забрудненні на території складу ПММ аеропорту «Бориспіль» за період з 1998 по 2015 роки та оцінити зміни.

Об'єкт дослідження – геологічне середовище, ґрунтові води прилеглої до складу ПММ території.

Предмет дослідження – нафтопродуктове забруднення ґрунтових вод на прилеглий території складу паливно мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»

Для досягнення мети виникає необхідність провести та виконати наступне завдання - за допомогою ПО «Surfer» побудувати карти потужностей та різниці нафтопродуктового забруднення ґрунтових вод за термін від 1998 – 2015рр.

Актуальність роботи обумовлена загрозою екологічному середовищу та прилеглим територіям тривалим забрудненням нафтопродуктами ґрунтових вод та гірських порід.

Наукова новизна роботи – для території досліджень побудована карта-схема різниць нафтопродуктового забруднення ґрунтових вод станом на 1998 та 2015 рр.

Практичне значення роботи – кількісно та картографічно охарактеризована динаміка нафтопродуктового забруднення прилеглої до складу ПММ території.

В основу написання магістерської роботи покладено: Звіт *«Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»»*.

Міжнародний аеропорт «Бориспіль» є найбільшим в Україні. Він забезпечує близько 65% авіаційних пасажирських перевезень України, і щороку обслуговує понад 8 млн. пасажирів. Аеропорт «Бориспіль» за правом вважається повітряними воротами України. Для багатьох гостей нашої країни знайомство із нею розпочинається саме із аеропорту «Бориспіль». Екологічний стан аеропорту є важливим для формування позитивного враження про нашу країну – діяльність аеропорту має бути максимально безпечною для довкілля та населення.

Однією із найбільш негативних характеристик екологічного стану аеропорту є нафтопродуктове забруднення геологічного середовища, що є наслідком багаторічної експлуатації прирейкового складу пально-мастильних матеріалів (ПММ). Масштабний осередок забруднення займає значну частину складу, розповсюджуючись за його межі, та представляє небезпеку для забруднення, поверхневих вод в місцях їх дренажу, ґрунтів, рослинного та тваринного світу, населення та обслуговуючого персоналу складу ПММ.

Ліквідаційні відкачки, що проводяться протягом останніх 15 років, не призвели до істотного зменшення рівня забруднення ГС, що, зокрема, визначається особливостями процесу трансформації забруднення, які тісно пов'язані із гідрогеологічними умовами території.

1. Еколого-гідрогеологічні умови території досліджень

1.1. Передумови вибору ділянки для проведення досліджень

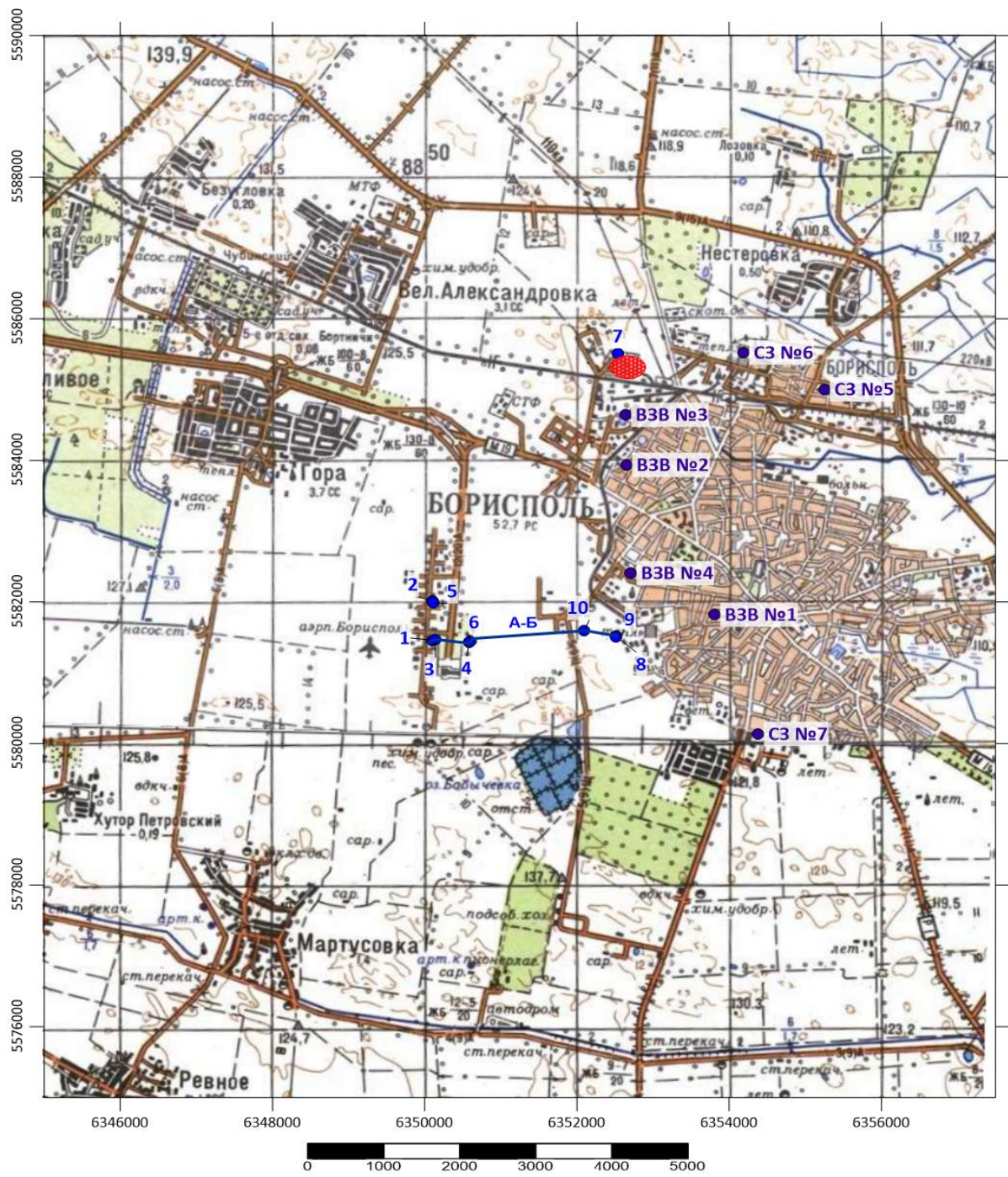
Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту *«Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»»*.

Одним з основних об'єктів системи забезпечення аеропорту «Бориспіль» авіапаливом є прирейковий склад ПММ із загальною резервуарною місткістю 17 тис.м³, що розташований на віддалі від аеропорту – на північній околиці м. Бориспіль (рис. 1.1).

Забруднення геологічного середовища нафтопродуктами на території прирейкового складу ПММ, у вигляді лінзи рідких нафтопродуктів, вперше було виявлено в 1998 р. під час досліджень АП «Укрбудвишукування». За результати робіт було зроблено висновок про необхідність проведення невідкладних заходів із локалізації та ліквідації забруднення. Протягом 1999–2000 рр. АП «Укрбудвишукування та ТОВ «Еко-Плюс» проведені розроблено проект «Извлечение и очистка подземных вод загрязненных углеводородными соединениями и предосторожение их вытока с территории склада ГСМ а/п «Бо-

рисполь» (АП «Укрстройизыскания» - 1999р) та виконано будівництво мережі ліквідаційних свердловин згідно проекту. Система відкачування і очищення води налічує 42 свердловини, що обладнані пневматичними насосами та з'єднані мережею трубопроводів. Вона експлуатується із 2001 р. із деякими перервами, що пов'язано із організаційними питаннями. В результаті проведення ліквідаційних відкачок, станом на 2015 р., вилучено та очищено більше 30 тис. м³ забрудненої води та 341 м³ рідких нафтопродуктів.

Незважаючи на проведені заходи, нафтопродуктове забруднення продовжує існувати та нести загрозу для довкілля та безпечного функціонування складу ПММ, що стало передумовою для проведення досліджень трансформації осередку забруднення.



Умовні позначення

- 1 Водозабірні свердловини ДП "МА "Бориспіль"
- ВЗВ №1 Водозабірні вузли міста Бориспіль
- Осередок забруднення на території прирейкового складу ПММ ДП "МА "Бориспіль"
- Геолого-гідрогеологічний розріз по лінії А-Б

Рис. 1.1 Оглядова карта території досліджень

1.2. Геоморфологія, орогідрографія та клімат

В геоморфологічному відношенні територія досліджень відноситься до другої надзаплавної тераси р. Дніпро Придніпровської рівнини. За характером рельєфу територія представляє собою слабо-хвилясту рівнину з загальним нахилом поверхні до долини р. Трубіж.

В орогідрографічному відношенні територія розташована в басейні р. Дніпро та його лівого притоку р. Трубіж.

Клімат району – помірно-континентальний. Середня річна температура повітря 6 - 7 °С. Середня багаторічна температура найбільш теплого місяця – липня становить 18-20 °С, а найбільш холодного – січня -6 °С. Середня тривалість безморозного періоду – 160–180 днів, з квітня по жовтень місяць.

Річна кількість опадів протягом останніх 20-ти років становить 430–830 мм, при середньорічному значенні 578 мм (табл. 1.1).

Таблиця 1.1
Кількість атмосферних опадів за період з 1995-2014 рр. (метеостанція «Бориспіль»)
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Місяць Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Річна сума
1995	37,0	34,0	32,0	60,0	73,0	62,0	43,0	69,0	131,0	8,0	34,0	26,0	609,00
1996	23,0	23,0	44,0	45,0	50,0	74,0	41,0	41,0	100,0	34,0	46,0	21,0	542,00
1997	4,0	20,0	20,0	42,0	42,0	88,0	137,0	54,0	91,0	76,0	51,0	64,0	689,00
1998	31,0	11,0	49,0	77,0	34,0	93,0	101,0	52,0	15,0	81,0	54,0	19,0	617,00
1999	35,0	34,0	35,0	20,0	63,0	50,0	46,0	71,0	14,0	48,0	46,0	47,0	509,00
2000	25,0	28,0	26,0	43,0	88,0	44,0	134,0	16,0	102,0	0,0	21,0	19,0	546,00
2001	29,0	39,0	80,0	54,0	30,0	156,0	45,0	40,0	69,0	18,0	60,0	31,0	651,00
2002	21,0	34,0	14,0	43,0	180,0	155,0	18,0	136,0	118,0	58,0	42,0	10,0	829,00
2003	28,0	10,0	27,0	22,0	25,0	24,0	36,0	57,0	53,0	102,0	17,0	35,0	436,00
2004	45,0	50,0	20,0	23,0	72,0	9,0	115,0	100,0	59,0	24,0	48,0	18,0	583,00
2005	38,0	49,0	31,0	52,0	51,0	88,0	36,0	67,0	8,0	46,0	50,0	62,0	578,00
2006	10,0	27,0	47,0	35,0	136,0	98,0	60,0	81,0	46,0	34,0	17,0	5,0	596,00
2007	40,0	46,0	13,0	7,0	52,0	35,0	116,0	41,0	30,0	17,0	78,0	20,0	495,00
2008	24,1	8,8	29,2	85,0	34,0	63,7	87,7	18,4	145,4	15,8	30,0	68,3	610,40
2009	33,7	58,3	53,7	2,0	29,3	45,2	58,0	17,6	13,5	38,3	27,6	87,0	464,20
2010	41,3	55,2	17,0	27,0	44,4	8,8	111,9	24,3	33,3	28,5	66,8	44,4	502,90
2011	24,0	23,0	10,0	17,0	34,0	104,0	169,0	67,0	20,0	75,0	3,0	25,0	571,00
2012	50,0	26,0	27,0	58,0	53,0	49,0	10,0	88,0	21,0	33,0	32,0	96,0	543,00
2013	59,0	78,0	98,0	35,0	34,0	31,0	11,0	53,0	175,0	11,0	62,0	16,0	663,00
2014	29,0	8,3	17,2	33,5	168,9	52,1	64,4	59,6	41,4	11,8	7,4	30,0	523,60
Середня за період	31,36	33,13	34,51	39,03	64,68	66,49	72,00	57,65	64,28	37,97	39,64	37,19	577,91

Річні суми опадів за даними метеостанції «Бориспіль» добре корелюються із аналогічними даними гідрогеологічної станції (ГГС) ІГН НАНУ «Феофанія» (рис. 1.2).

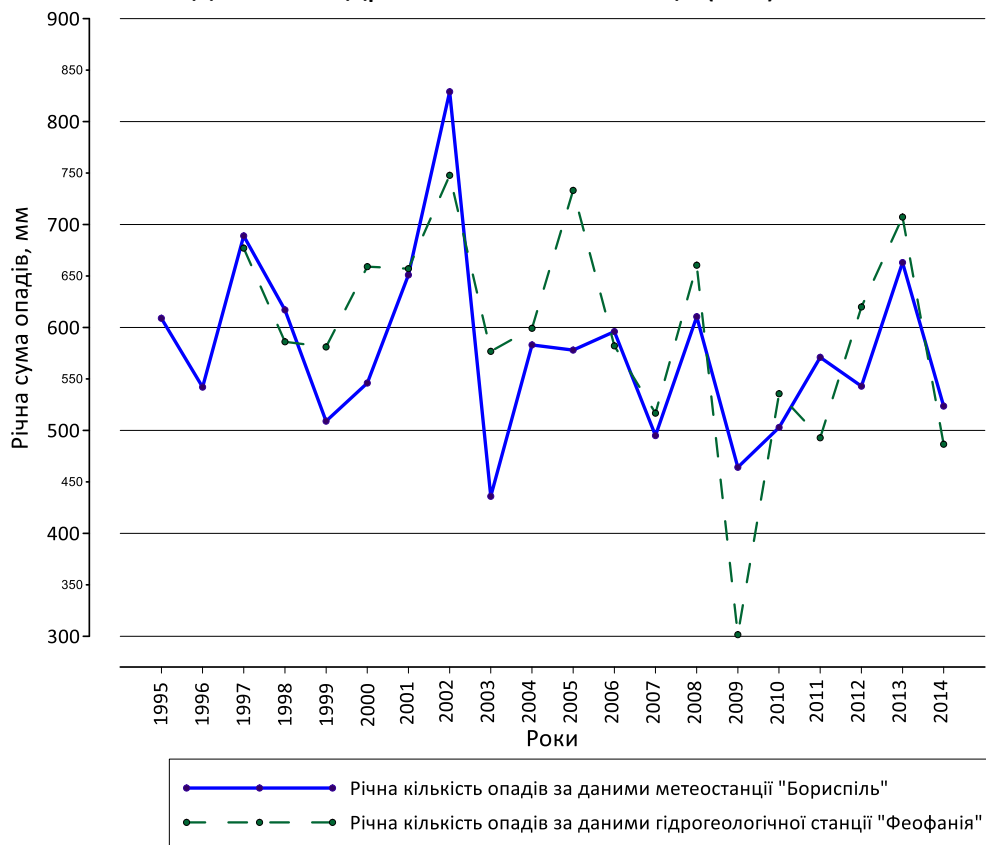


Рис. 1.2 Графік річних сум опадів

За даними метеостанції «Бориспіль» протягом останніх 20 років максимальні кількості атмосферних опадів спостерігалися у 1997, 2002 (найбільше значення – 829 мм) та 2013 рр. В 2014 р. спостерігається зниження суми річних опадів на 140 мм порівняно із попереднім роком та є передумови вважати, що у 2015 р. ця тенденція збережеться.

Протягом року чітко виділяються 2 періоди: більшої водності – приурочений до теплої пори року з травня по вересень, та меншої водності – приурочений до холодної пори з жовтня по квітень (рис. 1.3). Період більшої водності характеризуються середньомісячними значеннями сум опадів 60–70 мм, при цьому кількість опадів в окремі місяці досягає 180 мм. Із жовтня місяця спостерігається суттєве зниження кількості опадів. До квітня середньомісячні суми опадів становлять 30–40 мм.

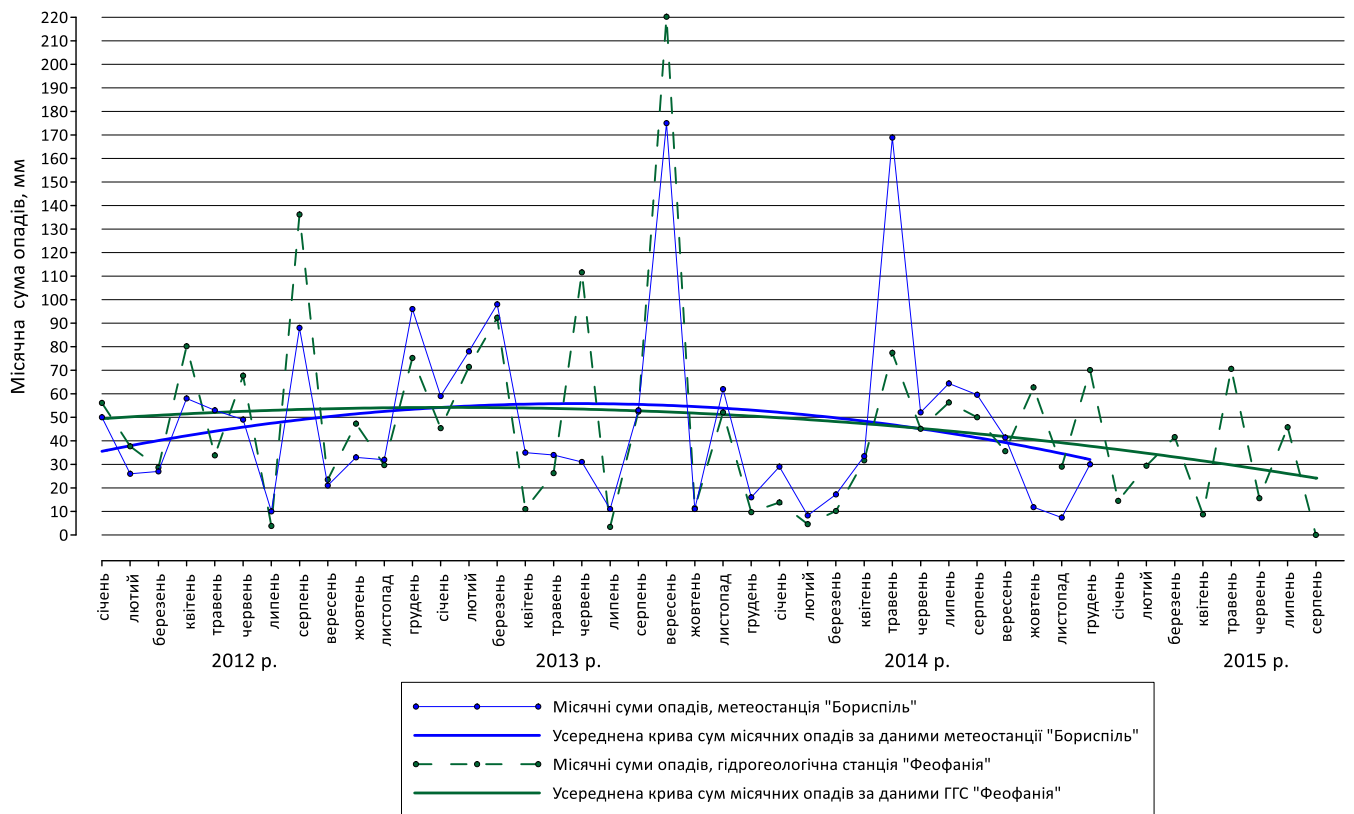


Рис. 1.4 Місячні суми опадів протягом за період 2012–2015рр. за даними метеостанції «Бориспіль» та ГГС «Феофанія» (В. Г. Максимов та ін. – 2015.)

1.3. Геолого-гідрогеологічні умови

Територія досліджень розташована в зоні поєднання двох великих тектонічних структур: Українського кристалічного щита та Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ) і представляє собою частину північно-східного схилу кристалічного масиву, який поступово занурюється в північно-східному напрямку в бік ДДЗ (В. Л. Романовская-1975р.). На фоні загального моноклінального занурення фундаменту чітко виділяються ділянки малоамплітудних бокових піднять, часто зафіксованих в осадовому чохлах. Це і зумовлює складність геологічної будови та строкатий, як в стратиграфічному так і в фаціальному відношенні, склад порід.

В геологічній будові беруть участь:

- докембрійські породи кристалічного фундаменту (AR-PR) залягають на глибинах 320 – 635 м і представлені гнейсовими товщами тетерівської серії та кіровоградсько-житомирським ультраметаморфічним комплексом нижнього протерозою;

- відклади тріасової системи (Т) представлені пісками, пісковиками, алевритами та строкатими глинами загальною потужністю 212 – 270 м;

- відклади байоського ярусу середньої юри (J_{2b}) представлені, в основному, пісками від дрібнозернистих до гравелистих. Підлегле значення в розрізі байоських відкладів займають алеврити;

- відклади батського ярусу середньої юри (J_{2bt}) представлені переважно глинами, алевритами з прошарками сидеритів. Потужність відкладів коливається від 118 до 156 м;

- відклади келовейського ярусу верхньої юри (J_{3к}) представлені алеврито-глинистими піщано-кремнистими та утвореннями від 41,5 до 67,6 м;

- відклади нижнього відділу крейдової системи (K₁) представлені пісками різнозернистими з рідкими прошарками алевритів, кварцових пісковиків потужністю від 10 до 29 м;

- відклади верхнього відділу крейдової системи (K₂) представлені пісками, пісковиками, кремнями сеноманського ярусу (K_{2s}) потужністю 15 – 20 м, а також відклади верхньосеноманського підярусу (K_{2s3}) та туронського ярусу (K_{2t}) представлені товщею білої крейди та мергелю потужністю від 5 до 35–40 м;

- відклади палеогену (P₂) представлені пісками дрібно- тонкозернистими канівської та бучацької світ (P_{2bč+kn}) потужністю 50-55 м, а також мергелі київської світи (P_{2kv}) потужністю 15–25 м;

- четвертинні відклади (Q) представлені переважно пісками різного гранулометричного складу з прошарками супісків та суглинків в верхній частині розрізу. Потужність четвертинних відкладів коливається від 62 до 73 м.

У відповідності з геологічною будовою та геоструктурними особливостями в межах району досліджень виділяються наступні **водоносні горизонти та комплекси** (рис. 1.5) (О.П. Нікіташ. – 2007; В.Н. Новиков, В.А. Кошман, – 1974.):

Водоносний комплекс четвертинних відкладів (Q).

Водоносний горизонт еоценових відкладів (P₂).

Сеноман-келовейський водоносний комплекс (K_2S+J_3k).

Водоносний горизонт континентальних відкладів середньої юри (J_2b).

Водоносний горизонт тріасових відкладів (Т).

Всі перераховані водоносні горизонти використовуються для водопостачання.

Найменшою захищеністю (И. А, Масенко, Е. В. Верхова, С. А. Земская – 1986р.) характеризується водоносний комплекс середньочетвертинних відкладів, в покрівлі якого відсутній водотрив та існує прямий гідравлічний зв'язок із ґрунтовими водами, що на ділянці складу ПММ сформовані у супіщано-суглинистій товщі еолово-делювіальних та алювіальних верхньочетвертинних відкладів. Нижче залягаючі водоносні горизонти перекриті мергелями київської світи (P_2kv), що визначає їх більш високу ступінь захищеності від поверхневого забруднення. Байоський водоносний горизонт характеризується як добре захищені у зв'язку із наявністю вище за розрізом потужних товщ глин батського (J_2bt) та алевритів келовейського ярусу (J_2k).

Водоносний комплекс четвертинних відкладів (Q) має повсюдне розповсюдження в районі м. Бориспіль і відноситься до алювіальних і підстилаючих їх водно-льодовикових відкладів, представлених, в основному пісками з прошарками і лінзами суглинків, супісків і глин.

В покрівлі водоносного горизонту залягають дрібнозернисті алювіальні піски, ґрунтово-рослинний шар (ҐРШ), торф'яники.

На ділянці складу ПММ верхня частина розрізу складена ҐРШ, еолово-делювіальними суглинками (до глибини 2–2,5 м) та шаруватою піщано-супіщано-суглинистою товщею алювіальних відкладів (до глибини 5–6 м), яка вміщує ґрунтові води. Нижче за розрізом розкриті насичені алювіальні піски. Детальна характеристика ґрунтового водоносного горизонту наведена в розділі 7.2.

Підстилаючими породами для алювіального водоносного горизонту є мергелі і мергелясті глини київської світи еоцену, а в місцях їх розмиву – піщано-глинисті відклади буцацької світи еоцену, мергелі і піски верхньої крейди.

Глибина залягання водоносного горизонту залежить від місцевості і коливається від 0,1–2 до 7–15 м досягаючи 20–25 м на надзаплавних терасах. Потужність водоносного горизонту в межах 8–40 м. Дебіти свердловин залежать від гранулометричного складу і потужностей водовміщуючих порід від 0,28 л/с при зниженні 3–12,6 м. Питомі дебіти змінюються від 0,09 до 3,3 л/с.

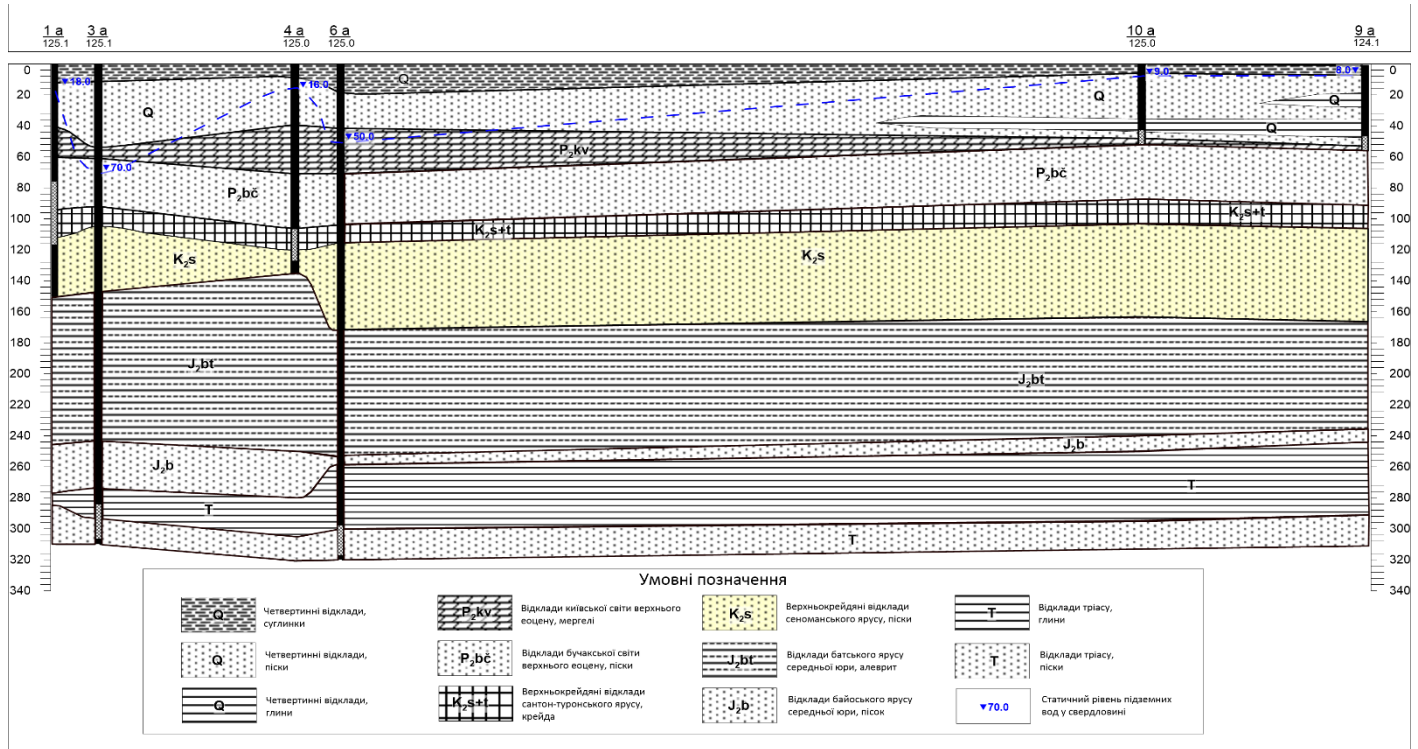


Рис. 1.5. Геолого-гідрогеологічний розріз по лінії А-В (за матеріалами ДГРП «Північгеологія» (Ж.С. Камзіст, О.Л. Шевченко. – 2009р)

Води горизонту прісні з мінералізацією від 0,178 до 0,768 мг/дм³, гідрокарбонатні натрієво-магнієво-кальцієві. По ступеню жорсткості води від дуже м'яких до жорстких, іноді дуже жорсткі. Загальна жорсткість змінюється від 1,78 до 8 мг-екв/дм³. Води горизонту вміщують багато заліза, 1 мг/дм³ і більше.

В процесі досліджень підземні води комплексу були опробувані в свердловині № 7, що розташована на ділянці складу ПММ. За результатами проведених хімічних аналізів води в Гідрохімічній лабораторії ІГН НАН України встановлено, що вода гідрокарбонатно кальцієво-магнієва, із загальною мінералізацією 571 мг/дм³, загальна жорсткість становить 6,5 мг-екв/дм³, вміст заліза 0,6 мг/дм³.

Недостатня захищеність водоносного комплексу, в першу чергу, ґрунтових вод, сприяє його техногенному забрудненню від поверхневих джерел, що, зокрема,

проявилось у масштабному забрудненні ґрунтовому водоносному горизонту нафтопродуктами внаслідок діяльності прирейкового складу ПММ аеропорту «Бориспіль».

Живлення водоносного комплексу здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок перетікання вод із напірних водоносних горизонтів, що залягають нижче, в районах розмиву нижнього водотриву і річковими водами в період весняної повені. Дренується горизонт річками на протязі всього року, за винятком періоду весняної повені.

Завдяки неглибокому заляганню води четвертинного водоносного комплексу широко використовуються місцевим населенням та окремими підприємствами для побутового водопостачання за допомогою колодязів та свердловин. Аеропорт «Бориспіль» експлуатує алювіальний водоносний комплекс свердловинами № 7, 8, 9 та 10 (див. рис. 1.1). Свердловина № 7 розташована безпосередньо на території складу ПММ, але поза межами ареалу нафтопродуктового забруднення. За результатами її опробування забруднення не виявлено.

Водоносний горизонт еоценових відкладів (P₂) має на території досліджень повсюдне розповсюдження. В стратиграфічному відношенні водоносні породи відносяться до відкладів канівської, бучакської та київської світ. Водовміщуючі породи представлені різнозернистими пісками, алевритами, піщано-глинистими відкладами. Сумарна потужність цієї товщі змінюється від 38 до 48 м.

В основі водоносних еоценових пісків залягає малопотужний шар піщанистих канівських глин і мергельно-крейдова товща верхньої крейди. Ця товща являється регіональним відносним водотривом, який розділяє еоценовий водоносний горизонт і водоносний комплекс сеноман-келовейських відкладів.

В покрівлі водоносного горизонту залягають відклади київської світи – мергелі, алеврити, які ізолюють водоносний горизонт від обводненої товщі четвертинних відкладів і обумовлюють його напірний характер. Потужність мергелів київської світи змінюється від 15 до 25 м. Місцями київські мергелі розмиті і водоносний

горизонт еоценових відкладів залягає під обводненими пісками четвертинних відкладів. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту змінюється від 46 до 58 м.

Величина напору над покрівлею водоносного горизонту змінюється від 20 до 45 м. П'єзометричні рівні встановлюються на абсолютних відмітках 80-105 м.

Водоносний горизонт широко експлуатується. Дебіти свердловин коливаються від 0,5 до 8,5 л/с при середньому зниженні 2–3 м.

Підземні води еоценового водоносного горизонту відносяться до гідрокарбонатних кальцієвих. Мінералізація не перевищує 0,6 г/дм³.

Водоносний горизонт широко використовується для водопостачання населених пунктів та господарств з невеликою потребою в воді.

Сеноман-келовейський водоносний комплекс (K₂S+J₃K) широко розповсюджений в районі досліджень. Водовміщуючі породи комплексу представлені різними в стратиграфічному і літолого-фаціальному відношенні різностями.

Верхню частину водовміщуючих відкладів складають піски сеноманського, альбського, аптського, готерівського і баремського ярусів крейдової системи. Ця товща пісків різнозенистих з прошарками пісковиків, алевритів, глинистих пісків, глин, стягнень кременю. Потужність цієї товщі змінюється від 9 до 30 м. Нижня частина водомістких відкладів сеноман-келовейського водоносного комплексу представлена шаруватою товщею окремілих алевритів, алевролітів, вапняків, пісковиків, мергелів оксфордського і верхньокеловейського ярусів юрської системи.

Глибина залягання покрівлі водоносного комплексу змінюється від 92 до 136 м.

На більшій території розповсюдження водоносний комплекс перекритий мергельно-крейдяною товщею верхньосеноманського під'ярусу і туринського ярусу. Потужність цих відкладів змінюється від 0 до 41 м, в районі м. Бориспіль – 6–15 м.

Наявність в покрівлі водоносного комплексу відносно водотривкої мергельно-крейдової товщі сенон-турону обумовлює напірний характер водоносного горизонту. Величина напору над покрівлею складає 85–107,5 м, рівні в свердловинах встановлюються на глибинах 0,2–22 м, частіше – 5–10 м.

Дебіти свердловин під час відкачки складають 2,0–11,4 л/с при зниженнях рівнів на 64,0–4,2 м.

Слід відмітити, що вище залягаючі водоносні горизонти і слабо проникні шари в межах території досліджень утворюють єдину взаємозв'язану водонапірну систему.

Вертикальний перетік являється основним фактором, який обумовлює формування не тільки природних, але і експлуатаційних ресурсів підземних вод сеноман-келовейських відкладів.

Води сеноман-келовейського водоносного комплексу прісні з мінералізацією 0,3–0,52 г/дм³, гідрокарбонатні кальцієво-натрієво-магнієві.

Загальна жорсткість води коливається в межах 2,3–6,0 мг-екв/дм³.

Води сеноман-келовейського водоносного комплексу широко використовуються для водопостачання населених пунктів.

Водоносний горизонт континентальних відкладів байоського ярусу (J_{2b}) має повсюдне розповсюдження. Континентальні відклади середньої юри характеризуються ритмічним чергуванням піщаних і глинистих відкладів. Водоносні породи представлені пісками дрібнозернистими, які чергуються з прошарками і лінзами глин. Загальна потужність піщаних відкладів змінюється від 8 до 43 м.

В підшві середньоюрських пісків залягає тріасова глиниста товща потужністю 40–80 м і більше. В цій товщі зустрічаються прошарки пісків, які утримують підземні води.

Тектонічна порушеність тріасових глин та наявність серед них піщаних прошарків сприяє проявленню вертикального взаємозв'язку між середньоюрським і нижчезалягаючим.

В покрівлі середньоюрського водоносного горизонту залягає літологічно однорідна товща батських глин потужністю 52–54 м, яка в свою чергу перекрита алевритами келовейського ярусу верхньої юри потужністю до 40–60 м.

Горизонт напірний. Висота напору над покрівлею водоносного горизонту складає 200–205,5 м. Рівні в свердловинах встановлюються на глибинах 25–28 м.

Глибина залягання водоносного горизонту середньоюрських відкладів змінюється від 220 на заході до 310 м на сході району, тобто спостерігається поступове збільшення глибин в бік центральної частини Дніпровсько-Донецької западини.

Дебіти свердловин під час відкачки складають 5,2–10,0 л/с при зниженні рівня 16,5–15,5 м.

Води горизонту прісні, з мінералізацією 0,4–0,6 мг/дм³, гідрокарбонатні хлоридно-натрієво кальцієві. Загальна жорсткість води не перевищує 7 мг-екв/дм³.

Середньоюрський водоносний горизонт має добрі показники якості води і має добрі гідрогеологічні показники, що дозволяє рекомендувати його до експлуатації для централізованого водопостачання міста

Водоносний горизонт тріасових відкладів (Т) в межах території досліджень вивчений не достатньо повно. Водомісткі породи представлені дрібно- та тонкозернистими глинистими пісками і пісковиками. Потужність змінюється від 122 до 220 м, збільшуючись в східному і північно-східному напрямках.

Глибина залягання водоносного горизонту змінюється від 226 до 460 м. Дебіти свердловин складають 1,0–1,5 л/с при зниженні на 40 м. Вода прісна, солонувата, доброї якості. Для централізованого водопостачання водоносний горизонт тріасових відкладів не придатний.

1.4. Характеристика захищеності підземних вод

Під природною захищеністю підземних вод розуміється сукупність геологічних, гідрогеологічних та гідродинамічних умов, що перешкоджають проникненню забруднюючих речовин з поверхні землі в водоносні горизонти, які експлуатуються. До них відносяться глибина залягання підземних вод, літологічний склад порід зони аерації, потужність та водопроникність водотривких і слабо проникних порід, співвідношення рівнів ґрунтових та між пластових вод, напірні властивості горизонтів.

Для території України в 80–90 роки ХХ століття були побудовані та видані по обласні карти природної захищеності підземних вод масштабу 1:200 000, які оцінюють останню від хімічного забруднення при вертикальній міграції з поверхні землі без врахування латеральної фільтрації. Карта природної захищеності підземних вод Київської області (*И. А. Масенко, Е. В. Верхова, С. А. Земская – 1986р.*), свідчить, що зона аерації ґрунтових вод представлена, в основному, пісками, іноді суглинками незначної потужності. Це дозволяє віднести ґрунтові води в межах району до категорії незахищених (рис. 1.6), що підтверджується даними дослідженнями.

Водоносний комплекс еоценових відкладів (P_2) має широке розповсюдження в районі дослідження. Нижнім водотривам служать мергельно-крейдянні відклади київської світи. Максимальні потужності водотриву віднесені до моренно-зандрової рівнини, зменшуючись на правобережжі. В долинах річок потужності водотривів зменшуються. Виходячи з потужності місцевого водотриву, водоносний комплекс еоценових відкладів оцінюється як захищений та умовно захищений. Наявність так званою, вакумної зони, що утворилась в районі водозаборів м. Києва в верхній частині раніше обводнених еоценових відкладів у 70-ті роки минулого ст., свідчить про перетікання води у нижчезалягаючі водоносні горизонти (*В. М. Шестопалов, Ю. Ф. Руденко, В. В. Гудзенко, А. Н. Макаренко – 2001р.*).

Водоносний комплекс келовей–сеноманських відкладів ($J_{3k}+K_{2s}$) в районі м. Борисполя перекритий крейдяною товщею верхньосеноманського під'ярусу і туринського ярусу потужністю 6–15 м, що дозволяє віднести його до категорії умовно захищених.

Водоносний горизонт байоських відкладів (J_{2b}), залягає на тріасових водотривких відкладах. Верхній водотрив представлений батськими глинами, потужність яких складає від перших десятків до 60 м, що дає можливість даний горизонт віднести до захищеного.

Захищеність тріасового водоносного горизонту (Т) при картуванні (И. А. Масенко, Е. В. Верхова, С. А. Земская – 1986р.) не оцінювалась, але наявність верхнього водотриву, складеного тріасовими глинами, дає підстави вважати даний горизонт є більш захищеним порівняно із байоським.

Важливим чинником, що впливає на захищеність водоносних горизонтів є тектонічна порушеність верхньої частини осадового чохла, що описана в матеріалах ДГРП «Північгеології» (О.П. Нікіташ. – 2007р.) для тріасових глин, але, вірогідно, є характерною і для вищезалягаючих відкладів. Зокрема, дослідженнями ІГН НУН України (В. М. Шестопапов, Ю. Ф. Руденко, В. В. Гудзенко, А. Н. Макаренко – 2001р.), підтверджено тріщину проникність юрських глин, в наслідок чого, в умовах депресії в районі м. Києва та околиць переважають процеси спадної фільтрації, що обумовлюють перетікання підземних вод із сеноман-келовейського комплексу в середньоюрський водоносний горизонт. В той же час, порова проникність юрських глин не має практичного значення. Аналіз багаторічних спостережень за зміною гідродинамічного та гідрохімічного режиму показує зростаючу в результаті техногенної діяльності інтенсивність та глибину водообміну та його переважно вертикальний характер.

Таким чином, дослідження В.М. Шестопапова та Ю.Ф. Руденко підтверджують взаємозв'язок водоносних горизонтів і комплексів на території досліджень та

можливу інтенсифікацію вертикального перетікання підземних вод при експлуатації підземних водоносних горизонтів.

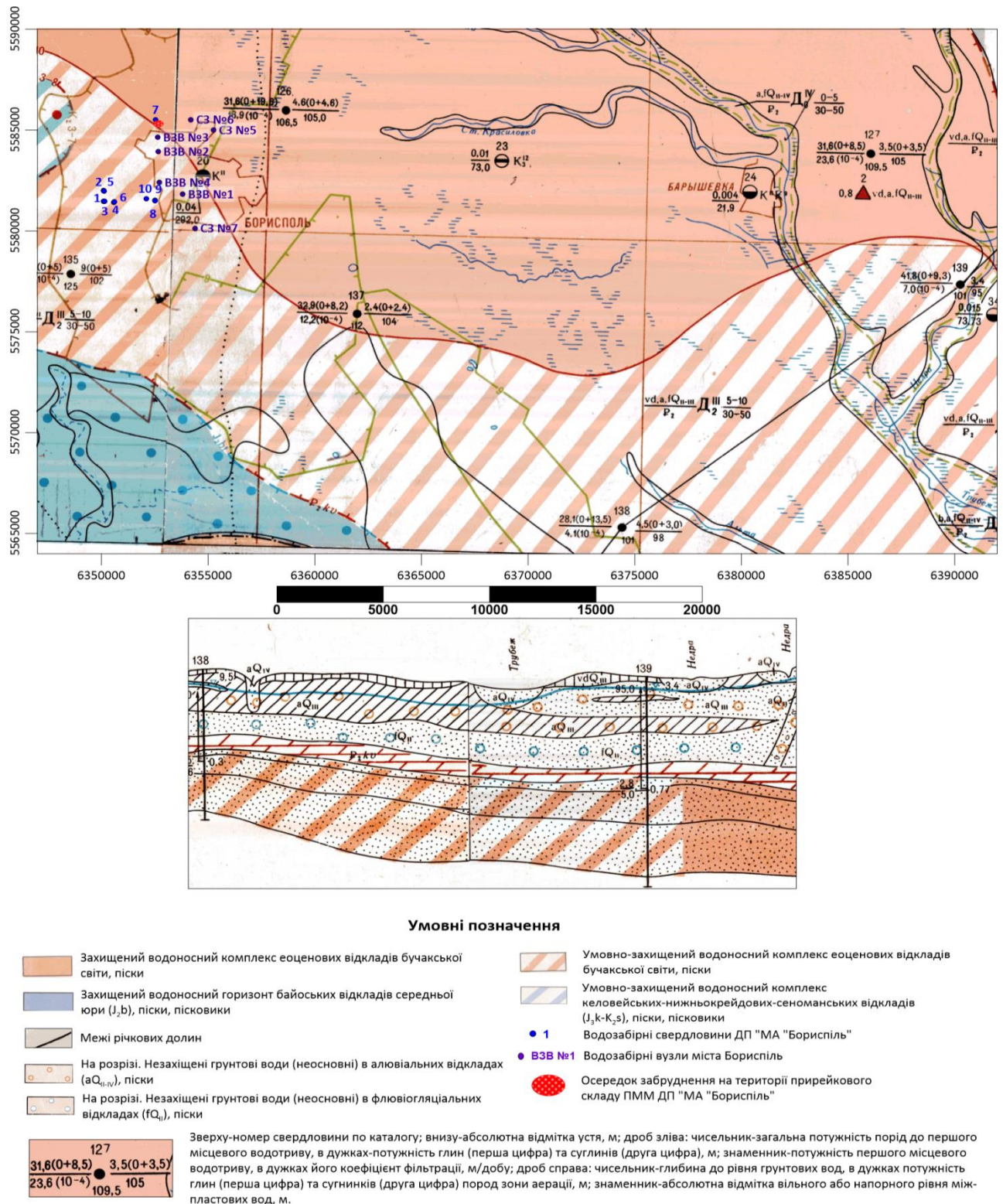


Рис. 1.6 Виколювання із карти природньої захищеності підземних вод Київської обл. (И. А. Масенко, Е. В. Верхова, С. А. Земская – 1986р.)

1.5. Експлуатація підземних вод

Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту «Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»».

В районі міста Бориспіль підземні води широко експлуатуються з метою водопостачання. Водозабори підземних вод обладнані для водопостачання м. Бориспіль (КП ВКГ «Бориспільводоканал»), аеропорту «Бориспіль».

Водопостачання м. Борисполя здійснюється за рахунок експлуатації сеноман-коловейського та середньо-юрського водоносних горизонтів. Водозабірні споруди об'єднані у чотири водозабірні вузли і три санітарні зони (табл. 1.2, див. рис. 1.1).

Таблиця 1.2

Характеристики водозабірних вузлів підземних вод м. Бориспіль(Електронний ресурс – 2010р)
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Назва водозабору	Джерело водопостачання	Кількість водозабірних свердловин	Потужність, тис.м ³ /добу	
			проектна	фактична
ВЗВ №1 вул. Гоголя, 6а	підземні води	9	5,8	4,0
ВЗВ №2 вул. Ленінградська, 3а	підземні води	5	3,4	2,2
ВЗВ №3 вул. Броварська, 9	підземні води	2	1,8	0,8
ВЗВ №4 вул. Ватутіна,116	підземні води	3	1,4	0,7
Санзона вул. Екскаваторна, 5	підземні води	2	2,1	0,8
Санзона пров. Кірова, 29а	підземні води	2	1,1	0,5
Санзона вул. Ясна, 16а	підземні води	2	1,4	-
Всього:	підземні води	25	17,0	9,0

Затверджені запаси підземних вод становлять міського водозабору становлять для сеноман-коловейського комплексу 40,7 тис. м³/добу, для середньоюрського горизонту – 29,4 тис. м³/год. Станом на 2006 р. водовідбір із вказаних горизонтів становив відповідно 6,23 та 2,43 тис. м³/добу (Ж.С. Камзіст, О.Л. Шевченко. – 2009р).

На балансі Державного підприємства «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» знаходиться 10 свердловин (див. рис. 1.1), обладнаних на різні водоносні горизонти (О.П. Нікіташ. – 2007р.). Три свердловини (№ 2, 3, 6) являються резервними.

Свердловина №1 пробурена у 1976 р. глибиною 150,0 м. Статичний рівень 18,0 м, дебіт свердловини 36,0 м³/годину при зниженні 10,0 м. Свердловина пробурена на сеноман-келовейський водоносний горизонт.

Свердловина №2 пробурена у 1988 р. глибиною 370,0 м на водоносний горизонт тріасових відкладів. Статичний рівень 70,0 м, дебіт свердловини 12,0 м³/годину при зниженні 6,0 м. Свердловина резервна.

Свердловина №3 пробурена у 1988 р. глибиною 340,0 м на водоносний горизонт тріасових відкладів. Статичний рівень 70,0 м, дебіт свердловини 12,0 м³/годину при зниженні 4,0 м. Свердловина резервна.

Свердловина №4 пробурена у 1995 р. глибиною 135,0 м на водоносний горизонт сеноман-келовейських відкладів. Статичний рівень 16,0 м, дебіт свердловини 30,0 м³/годину при зниженні 6,5 м.

Свердловина №5 пробурена у 2001 р. глибиною 160,5 м на водоносний горизонт сеноман-келовейських відкладів. Статичний рівень 17,0 м, дебіт свердловини 34,0 м³/годину при зниженні 5,0 м.

Свердловина №6 пробурена у 1975 р. глибиною 364,0 м на водоносний горизонт тріасових відкладів. Статичний рівень 50,0 м, дебіт свердловини 40,0 м³/годину при зниженні 40,0 м. Свердловина резервна.

Свердловина №7 (розташована в межах складу ПММ) пробурена у 1991 р. глибиною 50,0 м на водоносний горизонт четвертинних відкладів. Статичний рівень 8,0 м, дебіт свердловини 25,0 м³/годину при зниженні 4,0 м.

Свердловина №8 пробурена у 1994 р. глибиною 52,0 м на водоносний горизонт четвертинних відкладів. Статичний рівень 8,0 м, дебіт свердловини 36,0 м³/годину при зниженні 7,0 м.

Свердловина №9 пробурена у 1994 р. глибиною 52,0 м на водоносний горизонт четвертинних відкладів. Статичний рівень 8,0 м, дебіт свердловини 36,0 м³/годину при зниженні 8,0 м.

Свердловина №10 пробурена у 1994 р. глибиною 53,0 м на водоносний горизонт четвертинних відкладів. Статичний рівень 9,0 м, дебіт свердловини 36,0 м³/годину при зниженні 6,0 м.

2. Особливості формування нафтопродуктового забруднення території складу пально-мастильних матеріалів

2.1 Загальні відомості про об'єкт-забруднювач

Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту *«Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»»*.

Прирейковий склад ПММ є одним з основних об'єктів системи забезпечення аеропорту «Бориспіль» авіапаливом. Інфраструктура складу забезпечує виконання технологічних операцій по прийому, зберіганню і видачі авіа ПММ до аеропорту (В. Г. Максимов та ін. - 2015.).

Склад введений в експлуатацію в 1974 р. та відноситься до категорії IIIa відповідно до ВБН В.2.2-58.1-94.

Склад ПММ розташований на північно-західній околиці м. Бориспіль, по вул. Запорізьська в районі промислової зони. Відстань до межі житлової зони м. Бориспіль біля 1 км, до залізничної станції Бориспіль – 1,5 км, відстань до аеропорту «Бориспіль» – 7 км.

Площа складу ПММ складає 11,5 га. Під'їзні залізничні шляхи примикають до шляхів Південно - Західної залізниці. Під'їзні автомобільні дороги примикають до траси Київ - Харків. Доставка авіаційних ПММ і спец. рідин на склад здійснюється в основному залізницею та в незначній кількості (для внутрішніх потреб) автомобільним транспортом. Розвантаження нафтопродуктів із залізничних цистерн робиться на двосторонній зливній естакаді, що обладна 20 пристроями для нижнього зливу нафтопродуктів.. Також є стаціонарні поодинокі пункти розвантаження ПММ із залізничних цистерн обладнані нижнім зливом. Загальна протяжність продуктопроводів по території складу - 560 м.

Резервуарний парк складу розрахований на приймання та зберігання світлих нафтопродуктів загальним об'ємом 17 тис. м³. Він включає 8 резервуарів РВС-2000 (наземні, рік введення в експлуатацію – 1975 – 7 резервуарів, 1997 р. – 1 резервуар),

16 резервуарів РГС-75 (наземні, рік введення в експлуатацію – 1975), 2 резервуари Р-25 (підземні, введення в експлуатацію – 1975).

Періодично виконуються технічне обстеження резервуарного парку і у випадку виявлення дефектів (корозія металу, механічні пошкодження) проводяться заходи із їх ліквідації. Дані про аварії відсутні.

Водопостачання здійснюється від артезіанської свердловини № 7, дебітом 20 м³/год. Добове споживання води – 40 м³/год.

На ділянці залізничної рампи обладнана зливна каналізація із нафтоловушкою. В районі залізничної естакади, зливно-наливних пунктів та резервуарного парку обладнана дощова каналізація з відводом дощового стоку, який після очищення скидається у водойму в північно-східній частині складу.

2.2 Історія еколого-геологічних досліджень осередку забруднення

Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту *«Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»»*.

Вишукування АП «Укрбудрозвідування, виконані у 1998 р. засвідчили наявність лінзи рідких нафтопродуктів в центральній частині складу, на площі 4,2 га. Потужність рідкої фази в свердловинах досягала 0,9 м в центрі зони забруднення. За результатами вишукувань АП «Укрбудрозвідування» спільно з ТОВ «Еко-плюс» розроблено проект вилучення забруднених підземних вод, в матеріалах якого виконано розрахунок загальний об'єм рідких нафтопродуктів за площею їх поширення, потужністю у свердловинах та прийнятим коефіцієнтом нафтовіддачі рівним 0,1. Згідно розрахунків загальний об'єм нафтопродуктів, що накопичились на РГВ складає 1 725 м³ чи 1 380 т при щільності нафтопродуктів 0,8 г/см³. Потрібно відмітити, що проведені розрахунки можуть розглядатися лише як оціночні, так як не враховують умов знаходження забруднювача в ГС.

Реконструкція карти поширення рідкої фази забруднення з урахуванням гідрогеологічних умов ґрунтового водоносного горизонту, що виконана за матеріалами Робочого проекту (АП «Укрстройизыскания». – 1999р) станом на 1998 р. (рис. 2.1), свідчить, що вихідні дані для проектування ліквідаційних заходів, зокрема, площа поширення лінзи, не відповідали дійсності, що пов'язано із високим положенням рівня ґрунтових вод.

У період 1999-2000 рр., згідно проекту, проведене будівництво системи дренажних (ліквідаційних) свердловин (діаметр буріння 800 мм), розташованих в центрі зони забруднення, а також по південній межі, у напрямі поширення забруднення. В рамках проекту було обладнано 35 ліквідаційних (№№ 1–35) та 5 спостережних свердловин, система відкачування і очищення води. В 2007 р. додатково було закладено 7 ліквідаційних свердловин (№№ Н1–Н7) на ділянках максимального забруднення. Загалом на території складу ПММ існує 42 ліквідаційні свердловини (рис. 2.2).

Ліквідаційні свердловини обладнані пневматичними насосами, що встановлюються на певній глибині. Занурювальні насоси із верхнім впускним клапаном періодично, за допомогою подачі стисненого повітря від компресору, відкачують нафтопродукти та воду. Цикл роботи насосів визначався відповідно до дебіту свердловин та повторявся автоматично системою управління насосами в заданому режимі.

Перевагами впровадженої системи є її автоматизованість, електро- та пожеже безпека, що досягається внаслідок відсутності подачі електроживлення до насосів.

Недоліками системи, які були визначені об'єктивними технічними можливостями, є:

- обмежена кількість свердловин, що не охопили виявлену площу забруднення, яка при подальших дослідженнях виявилась значно більшою;
- значні відстані між свердловинами, що не відповідають радіусам їх впливу;

- відсутність можливості підтримки постійного зниження рівнів ґрунтових вод, внаслідок перерв у роботі системи та складності регулювання положення забірної частини насоса, що виконується в ручному режимі.

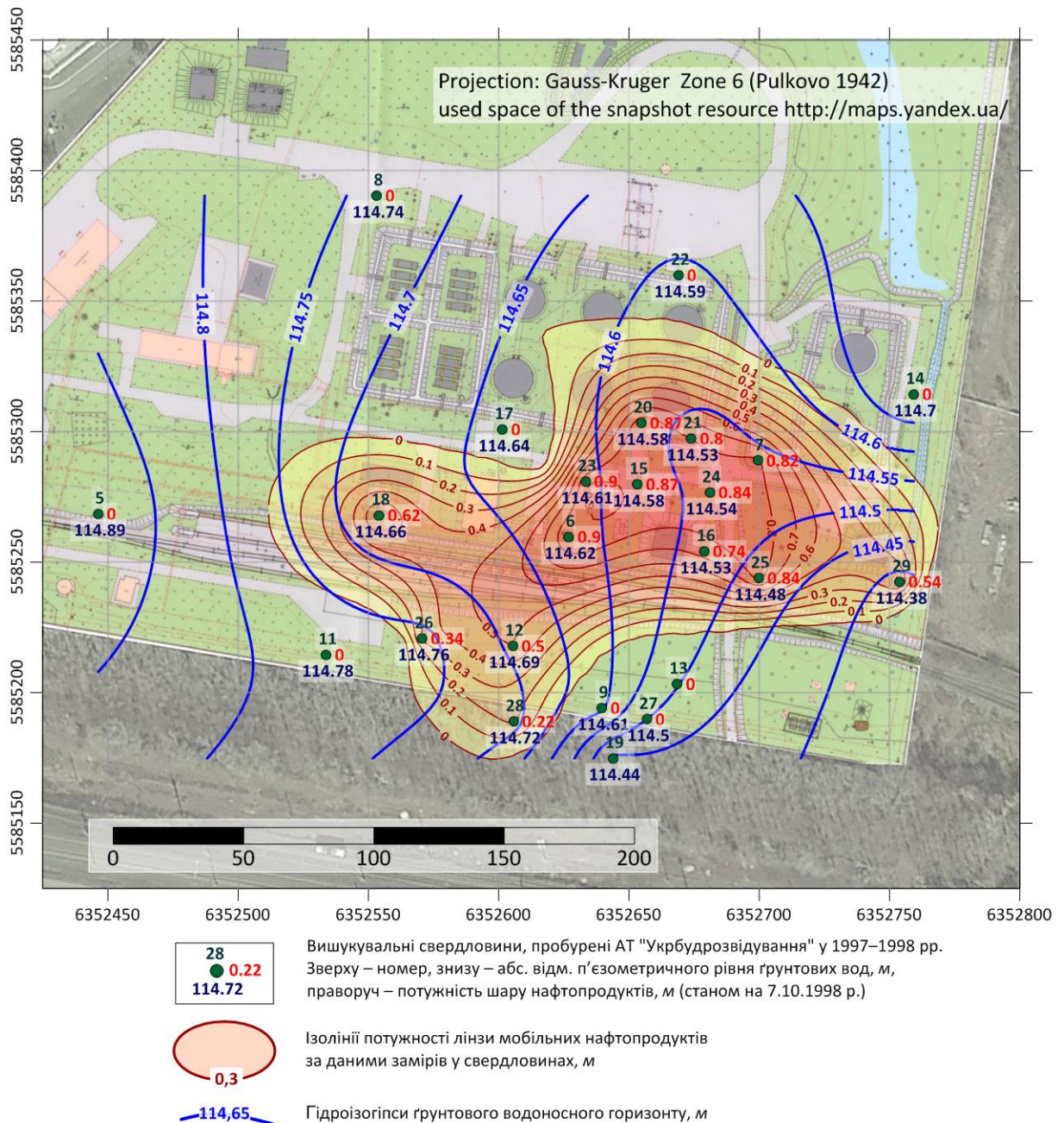


Рис. 2.1 Карта поширення нафтопродуктового забруднення станом на 1998 р.
(АП «Укрстойизыскания». – 1999р)

Описані недоліки не дозволили провести ліквідацію до очікуваних рівнів. Результатом робіт можна вважати стримування розповсюдження рідкої фази забруднення та вилучення із геологічного середовища більше 30 тис. м³ забруднених ґрунтових вод та 341 м³ нафтопродуктів (В. Г. Максимов, С. А. Диняк. -

2013 р.). На початковому етапі досліджень ІГН НАН України (серпень 2011 р.) було підтверджено наявність шару нафтопродуктів практично в усіх ліквідаційних свердловинах. Аналогічні дані отримані і станом на вересень 2015 р.

Спостережні свердловини, що були пробурені згідно проекту (див. рис. 2.2) не збереглися в робочому стані.

Попередні дослідження (до 2011 р.) були сконцентровані на ділянках основних джерел забруднення – залізничної рампи, резервуарного парку (див. рис. 2.2), що не дозволило оконтурити зону поширення забруднення. Лише дослідженнями ІГН НАН України, що розпочаті у 2011 р., повністю охоплено ареал поширення забруднення.



Рис. 2.2. Карта еколого-гідрогеологічної вивченості території досліджень (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

2.3. Геолого-гідрогеологічні умови ділянки забруднення

Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту «Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»».

Рельєф ділянки складу ПММ та прилягаючих територій, що зазнали впливу забруднення рівнинний, з абсолютними відмітками висот 116–118 м. Верхня частина геологічного розрізу, до якої приурочено нафтопродуктове забруднення, складена шаруватою товщею четвертинних осадових відкладів горизонтального залягання, стратиграфічно досить витриманими за простяганням (рис. 2.3, 2.4) (В. Г. Максимов та ін. - 2015.).

Грунтово-рослинного шар, представлений сучасними елювіальними утвореннями (eIV), потужність досягає 1,1 м. Підстеляється ГРШ верхньочетвертинними еолово-делювіальних відкладами (vdIII), представленими лесовидними палево-жовтими макропористими супісками потужністю 1–1,5 м.

Нижче залягає алювіальні верхньочетвертинні відклади (aIII), верхня частина яких, до глибини 5,5–6,0 м, представлена піщано-супіщано-суглинистою товщею. Літологічний склад даних відкладів досить мінливий, в переважаючих супісчаних відкладах зустрічаються піскуваті прошарки чи прошарки піску. Верхня частина відкладів на більшій території представлена прошарком піску дрібнозернистого жовто-сірого, іноді бурого, за рахунок озалізнення, зачасту глинистого з переважаючою потужністю 0,3–0,5 м. Основний шар товщі представлений супіском жовто-сірим, з піскуватими прошарками, з включенням карбонатів розміром до 2–3 см, місцями озалізненим, потужністю 1,5–3,0 м. У нижній частині товщі супісок замінюється суглинком середнім, тугопластичним, темно-коричневим, озалізненим, потужність якого, здебільшого становить 0,2–0,4 м. В окремих свердловинах зазначені прошарки піску і суглинки не виділені, що пов'язано як із мінливістю літологічного складу товщі (їх виклинуванням), так і складністю візуального виділення, що обумовлена зміною кольору відкладів при їх забрудненні

нафтопродуктами. В такому випадку колір відкладів від сірого до темно-сірого, іноді синьо-сірий до синьо-чорного.

Описана товща підстиляється верхньочетвертинними алювіальними пісками другої надзапавної тераси Дніпра (aIII), дрібнозернистими, жовто-сірими, в верхній частині глинистими, озалізненими, водонасиченими. Піски в рамках даних досліджень розкриті до глибини 0,8м від їх покрівлі (св. 26м). Передбачається, що дані піски розповсюджені до глибини 50 м (див. рис. 1.5).

Ґрунтовий водоносний горизонт вміщується у алювіальній піщано-супіщано-суглинистій товщі (aIII). Глибини залягання рівнів ґрунтових вод становлять від 1,5 до 4,2 м, рівневий режим тісно пов'язаний із режимом атмосферних опадів, за рахунок інфільтрації яких відбувається живлення горизонту. Зниження поверхні ґрунтових вод відбувається в східному напрямку, із нахилом 0,0018. Витриманість східного напрямку руху ґрунтових вод підтверджено в процесі досліджень на всі моменти часу, на які проводились комплексні дослідження: 1998 р. – дослідження «Укрбудвишукування», 2012 р., 2014 р., 2015 р. – дослідження ІГН НАН України.

Мінералізація ґрунтових вод змінюється в досить широких межах від 0,4 до 2,2 г/дм³ (рис. 2.5). Переважаючі значення мінералізації становлять 1–1.5 г/дм³. На загальному фоні відрізняється низьке значення мінералізації у свердловині 36 м (0,4–0,5 г/дм³), що розташована на північ від складу ПММ.

Еколого-гідрогеологічний розріз по профілю I-I

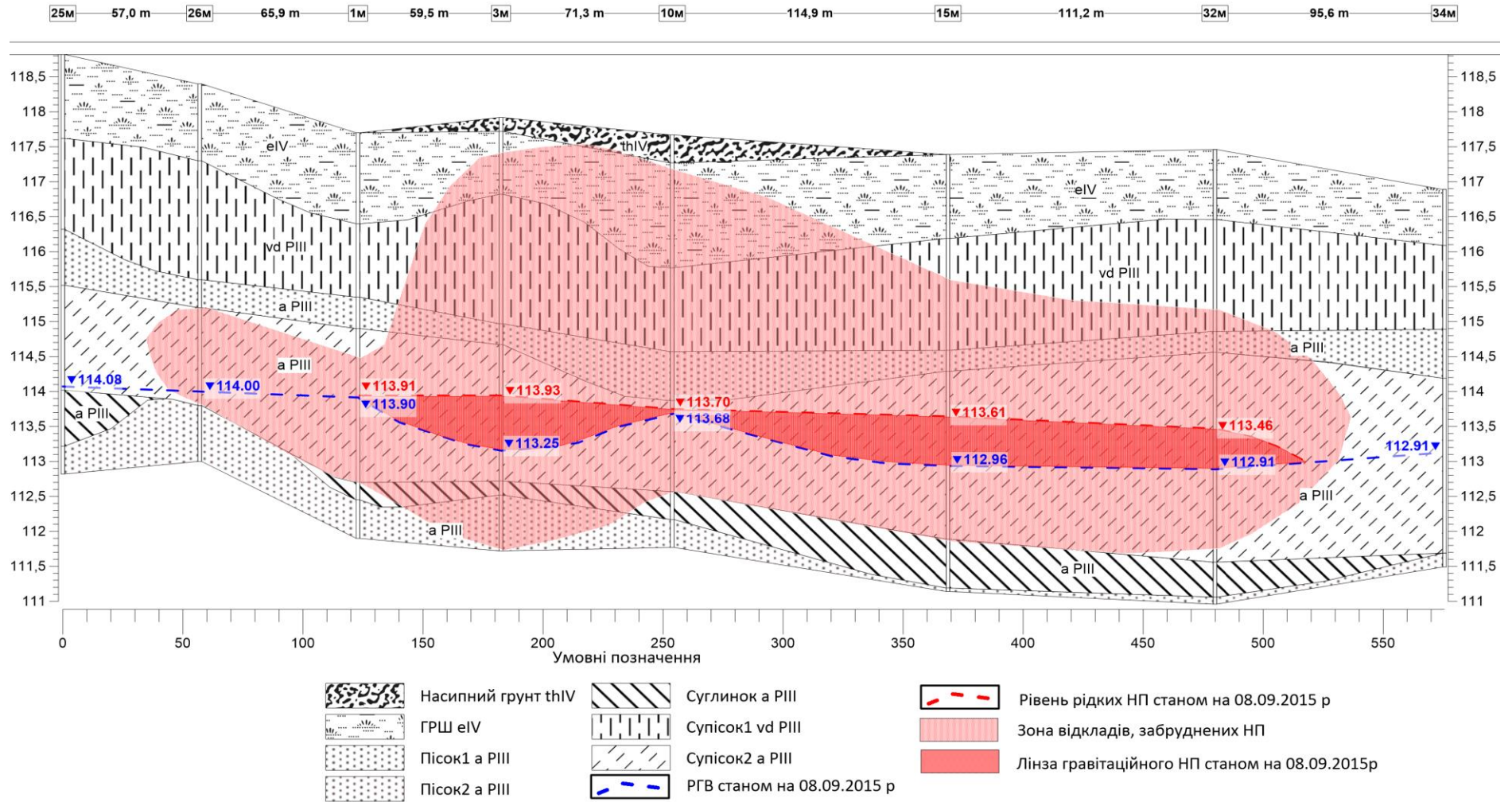


Рис.2.3 Еколого-гідрогеологічний розріз по профілю I-I (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Еколого-гідрогеологічний розріз по профілю II-II

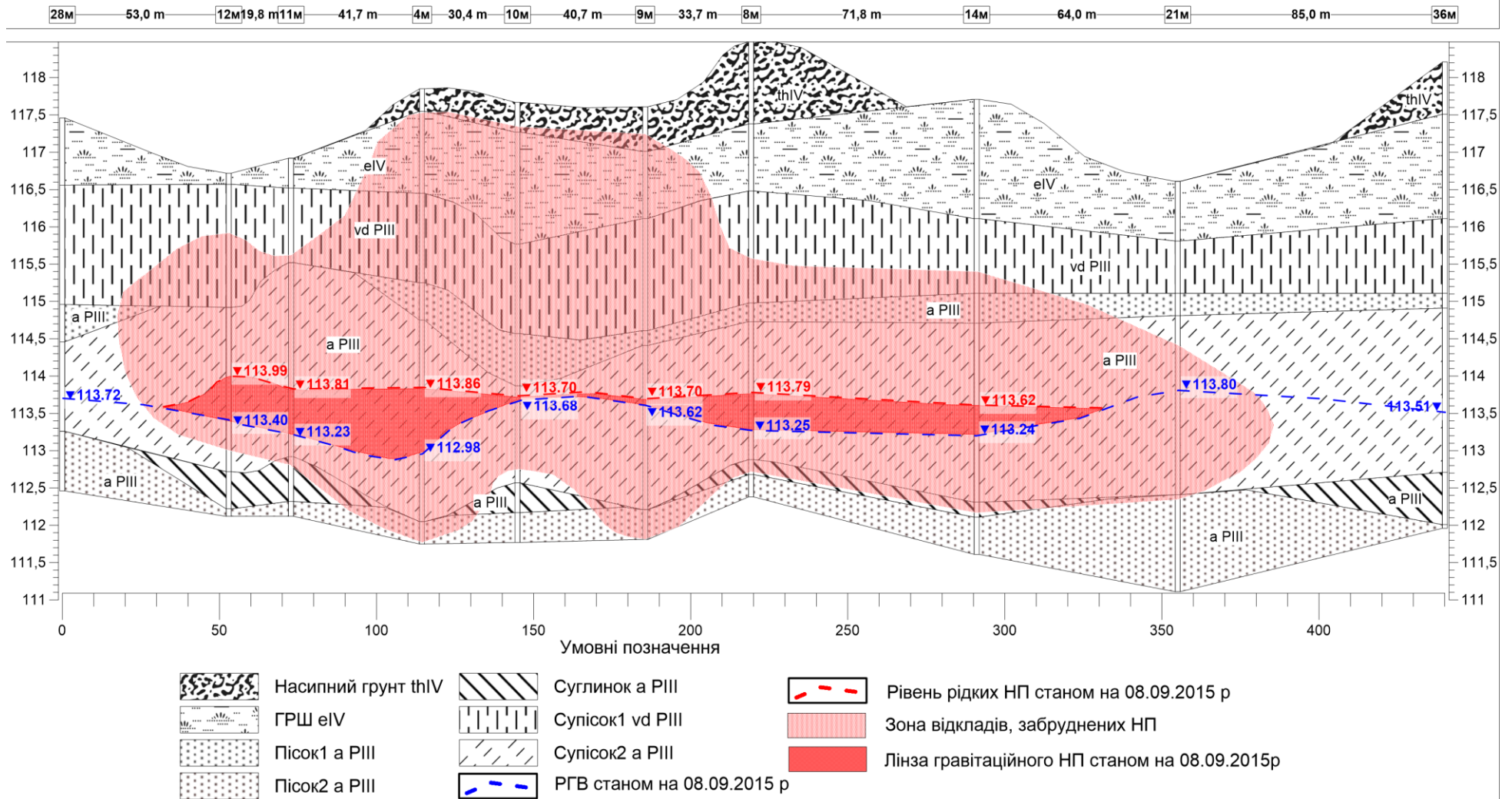


Рис.2.4 Еколого-гідрогеологічний розріз по профілю II –II (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

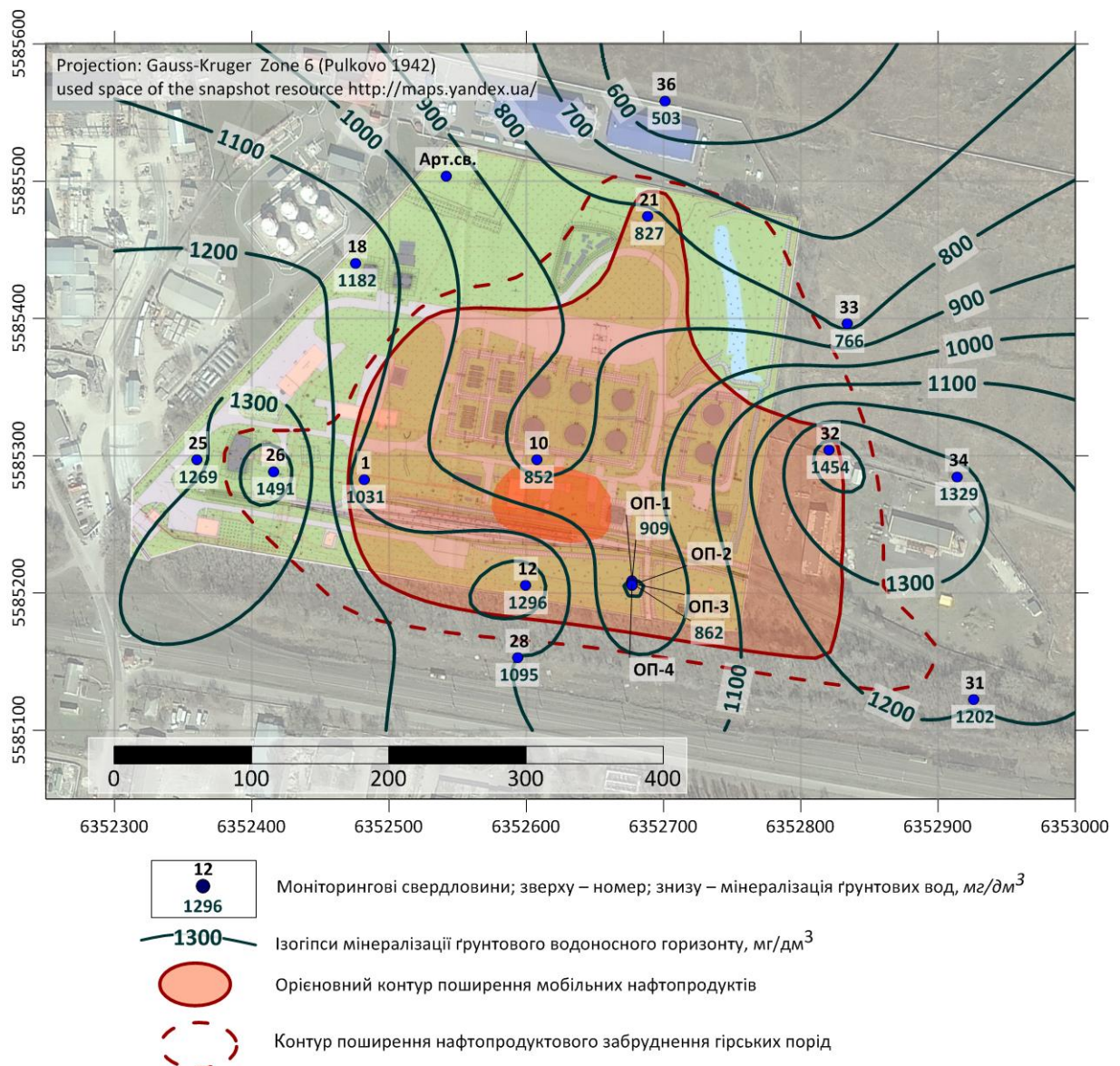


Рис. 2.5 Карта мінералізації ґрунтового водоносного горизонту станом на листопад 2014р.
 (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

За період моніторингу максимальні зміни мінералізації ґрунтових вод зафіксовані у св. 31, що розташована на південному сході ділянки досліджень. Станом на березень 2015 р. мінералізація зростає із 1,2 до 2,2 г/дм³, в основному за рахунок збільшення вмісту сульфатів (0,5 г/дм³), хлору (0,15 г/дм³) та кальцію (0,17 г/дм³). Суттєві зміни також відбулись у ґрунтових водах св. 1, де мінералізація зменшилась із 1 г/дм³ (листопад 2014 р.) до 0,6 г/дм³ (березень 2015 р.), за рахунок зниження вмісту гідрокарбонатів (0,35 г/дм³) та кальцію (0,13 г/дм³). Вірогідно, що дані зміни обумовлені природними чинниками, що пов'язані із розчиненням солей вміщуючих порід в ґрунтових водах. Загальна

тенденція зниження мінералізації у північному напрямку (див. рис. 2.5), вірогідно, є достатньо умовною, і визначена, переважно, екстремальним значенням мінералізації в св. 36.

В сольовому складі ґрунтових вод переважають гідрокарбонати та кальцій, які становлять близько 90 % від загальної мінералізації (рис. 2.6 та 2.7). Переважаючим є вміст гідрокарбонатів, частка якого, здебільшого, становить 60–75 % від загальних розчинних компонентів, і лише із збільшенням мінералізації вище 2 г/дм³ (св. 31) зменшується до 28 %. Сумарний вміст гідрокарбонатів та кальцію здебільшого становить 80–95 % від загальної мінералізації. Відповідно, ґрунтові води є гідрокарбонатні кальцієві. Із збільшенням мінералізації вище 2 г/дм³, води характеризуються як сульфатно-гідрокарбонатні кальцієві.

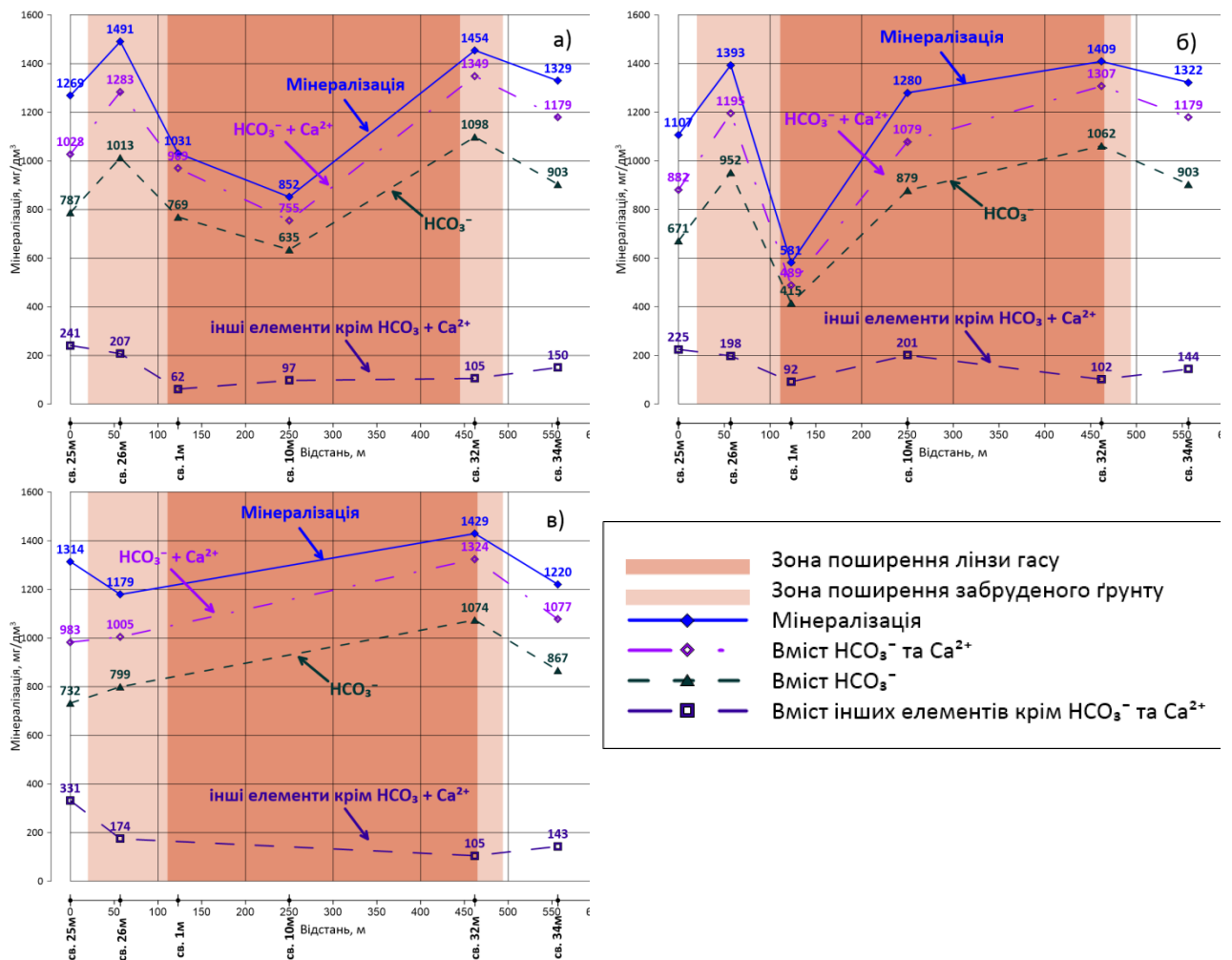


Рис. 2.6 Зміна мінералізації та вмісту основних хімічних сполук за повздовжнім профілем по відношенню до напрямку потоку ґрунтових вод а) станом на листопад 2014 р.; б) станом на березень 2015 р.; в) станом на вересень 2015 р. (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

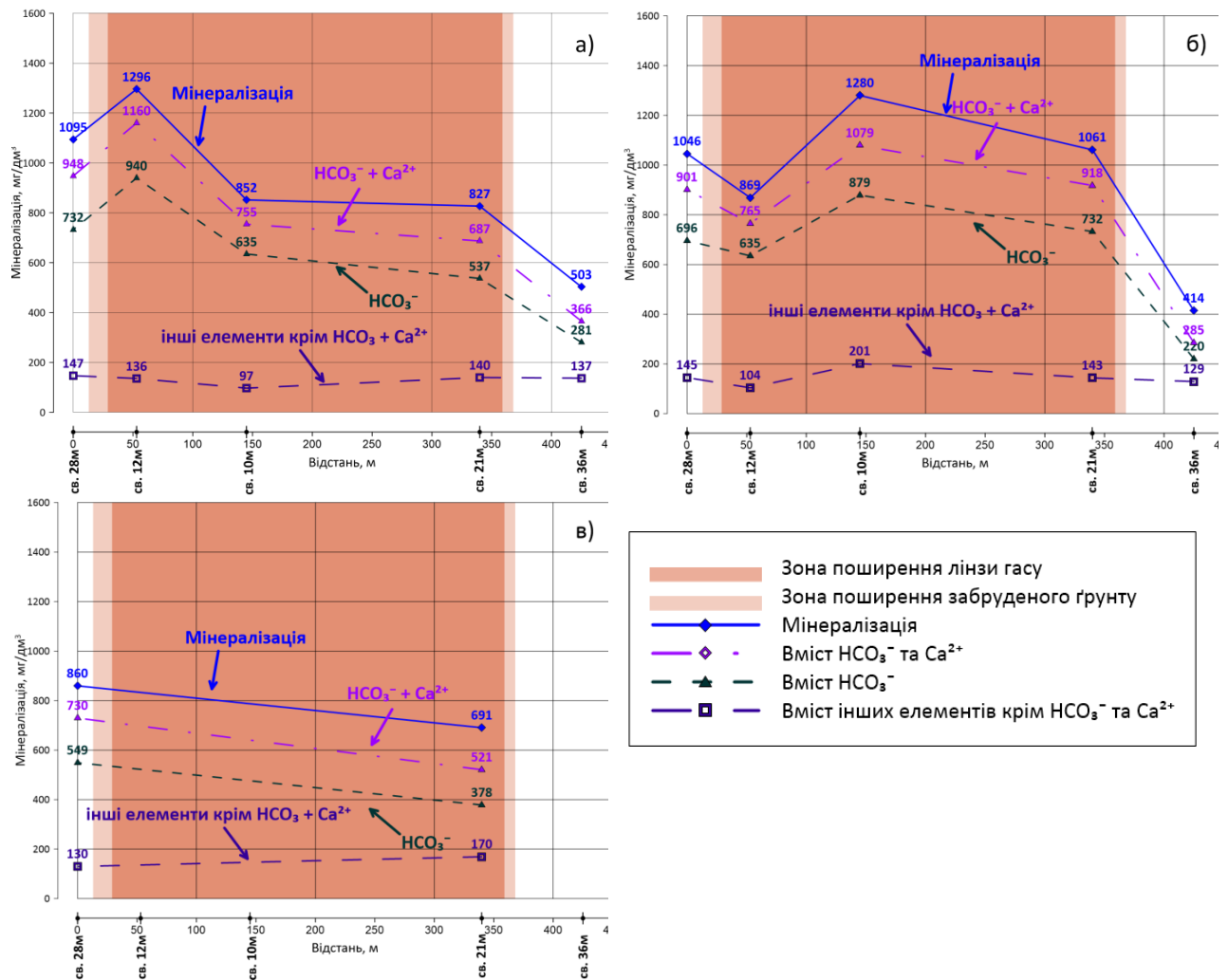


Рис. 2.7 Зміна мінералізації та вмісту основних хімічних сполук за поперечним профілем по відношенню до напрямку потоку ґрунтових вод а) станом на листопад 2014 р.; б) станом на березень 2015 р.; в) станом на вересень 2015 р. (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Дослідження мінералізації за розрізом ґрунтового водоносного горизонту показує її зміни у часі у верхньому шарі водоносного горизонту (на глибині 3,5 м від поверхні землі) в межах $0,86\text{--}1,0\text{ г/дм}^3$, яка відбувається за рахунок зміни вмісту гідрокарбонатів, та витриманість у часі як загальної мінералізації на рівні $0,9\text{ г/дм}^3$, так і вмісту окремих компонентів у верхній частині водонасичених алювіальних пісків, які розкриті на глибині 4,5 м (точка опробування на глибині 4,9 м від поверхні землі).

Жорсткість ґрунтових вод достатньо висока, лише в окремих свердловинах не перевищує 10 мг-екв/дм^3 (св. 36м, 33м та в певні моменти часу 1м 10м). В

середньому жорсткість становить 13 мг-екв/дм³, коливаючись у межах від 5 до 25 мг-екв/дм³.

Реакція ґрунтових вод близька до нейтральної, рН змінюється у межах 6,4–7,4, в середньому становить 6,9 станом на листопад 2014 р. та 6,7 станом на березень 2015 р.

Окиснюваність ґрунтових вод корелює із нафтопродуктовим забрудненням, збільшуючись від фонових значень – на ділянках поза межами зони нафтохімічного забруднення – 1–6 мг/дм³ до 10–25 мг/дм³ на ділянках поширення забруднення. Проте, в окремих випадках, показник окиснюваності забруднених ґрунтових вод (в яких визначено наявність розчинених нафтопродуктів) є нижчим за його значення для незабруднених вод (св. 1, листопад 2014 р), а, збільшення концентрації розчинених нафтопродуктів не завжди супроводжується збільшенням окиснюваності, що свідчить про можливість використання показнику окиснюваності для характеристики стану нафтопродуктового забруднення ґрунтових вод лише у якості орієнтовного.

Мінералізація підземних вод артезіанської св. 7, що експлуатує нижню частину алювіального водоносного горизонту (глибина свердловини 50 м), становить 0,57 г/дм³. За хімічним складом вода подібна до ґрунтових вод – гідрокарбонатна кальцієва. Загальна жорсткість – 6,5 мг-екв/дм³. рН відповідає значенням ґрунтового водоносного горизонту та становить 6,7. Розчинені нафтопродукти у воді не виявлені, окиснюваність становить 1,76 мг/дм³, що підтверджує відсутність нафтопродуктового забруднення.

2.4. Аналіз умов формування нафтопродуктового забруднення

Формування забруднення геологічного середовища відбувалось в результаті втрат нафтопродуктів при їх прийомі та зберіганні. Вірогідно, що такі втрати відбувались протягом всього періоду експлуатації складу ПММ (із 1975 р.), але їх інтенсивність наростала із часом, що пов'язано із зношенням технологічного обладнання.

Основним типом нафтопродуктів, що зберігаються на складі є авіаційний гас (РТ, ТС-1). Також зберігаються дизпаливо та автомобільний бензин. Для прикладу, станом на 1997 р., загальний оберт нафтопродуктів складав (АП «Укрстройизыскания». – 1999р):

- РТ, ТС-1 – 88 тис. т.;
- дизпаливо – 1,32 тис. т.;
- автомобільний бензин – 0,826 тис. т.

Нафтопродукти, що складають лінзу за своїми фізичними властивостями близькі до авіаційного гасу, що підтверджує його перевагу у втратах до геологічного середовища (табл. 2.1). На площі лінзи були відібрані зразки нафтопродуктів із 5-ти свердловин та резервуару збору нафтопродуктів в процесі ліквідаційної відкачки. Рідкі нафтопродукти мають темно-коричневе забарвлення, за виключенням крайньої західної частини лінзи, де вони мають світло-коричневий колір, щільність нафтопродуктів становить 0,8–0,83 г/см³, а кінематична в'язкість, визначена за допомогою віскозиметра капілярного скляного ВПЖ 1, становить 1,7–1,97 мм²/с.

Таблиця 2.1

Показники щільності та в'язкості нафтопродуктів із лінзи на базовому складі ПММ ДП «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» (станом жовтень 2011 р.) (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Місце відбору	Щільність нафтопродуктів, г/см ³	Кінематична в'язкість нафтопродуктів при t=20°C, мм ² /с
св. 1	0.813	1,97
св. 19	0.831	1,70
св. НЗ	0.803	1,82
св. 12м	0.805	1,89
св. 15м	0.837	1,96
збірний. р-р	0.803	1,82

Примітка: у пробі із св.19 нафтопродукт має світле забарвлення, в інших – темне.

Зафіксовані масштаби забруднення станом на 1998 р. (див. рис. 2.1) свідчать, що на той момент часу, надходження нафтопродуктів до ГС відбувалися вже тривалий період часу. Площа оконтуреної лінзи за матеріалами досліджень АП «Укрбудвишукування» оцінювалась в розмірі 4,2 га. Потужність шару рідких

ЛНП у свердловинах досягала 0,9 м, а згодом, 1,2–1,6 м, при глибинах залягання 2,5–3,0 м. Порівняння відміток поверхні ґрунтових вод зафіксовані в 1998 р. із даними моніторингу 2011–2015 рр. показує, що вони знаходились на відмітках близькими до максимальних, чим обумовлено встановлені межі лінзи, які при подальших дослідження виявились значно ширшими. Оконтурений в 1998 р. осередок поширення рідких ЛНП, доцільно вважати центром та найбільш потужною частиною лінзи ЛНП, що була сформована на той період. Відновлення лінзи на «периферійних» ділянках відбулося після зниження рівня ґрунтових вод.

Під час проектних робіт (АП «Укрстройизыскания». – 1999) було встановлено, що основні втрати нафтопродуктів відбувались із резервуарного парку складу та системи паливних комунікацій, а розрахункова величина втрат ЛНП оцінювалась як 0,6 % від річного оборту, що складає близько 0,55 тис. т.

Наведений аналіз результатів попередніх робіт та інформації отриманої в ході теперішніх досліджень, свідчить, що зона максимального забруднення приурочена до ділянки розташування залізничної зливно-наливної естакади та насосною станції. Вірогідно, що ці об'єкти були основними джерелами надходження ЛНП до геологічного середовища. Не виключено, що на даних об'єктах втрати відбуваються до сьогоднішнього часу.

В результаті виливів нафтопродуктів на земну поверхню чи їх втрат із підземних комунікацій відбувалось їх просочування до зони аерації, яка представлена достатньо проникними лесовидними супісками, пісками, алювіальними супісками та подальша інфільтрація в напрямку рівня ґрунтових вод. Коефіцієнти фільтрації піщано-супіщаних відкладів, що складають ЗА, як правило, становлять 0,1–1 м/добу (В.М. Максимова. - 1979).

Наведена вище інформація свідчить про незахищеність ґрунтових вод від поверхневого забруднення на ділянці складу ПММ. При розливах нафтопродуктів останні протягом перших днів мігруючи через відклади зони аерації досягають поверхні ґрунтових вод, утворюючи (поповнюючи) лінзу ЛНП.

Латеральна міграція рідких нафтопродуктів є досить обмеженою, що вірогідно, обумовлено низькими значеннями нахилу поверхні ґрунтових вод, що становить, 0,0017. Локалізаційний вплив також мали проведені відкачки в результаті яких формувались локальні депресійні воронки та відбувалось защемлення рідких нафтопродуктів ґрунтовими водами при відновленні їх рівня.

3. Трансформація осередку забруднення

3.1. Методика проведення моніторингових спостережень

Цей розділ був написаний на основі матеріалів звіту *«Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»»*.

Моніторингові спостереження включали в себе:

- відбір проб ґрунтів для визначення вмісту нафтопродуктів під час буріння свердловин;

- відбір проб ґрунтів для визначення вмісту мікробіологічних угруповань та проведення лабораторних досліджень в Інституті мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України;

- періодичні заміри рівнів ґрунтових вод та рідких нафтопродуктів в моніторингових свердловинах (1 раз на квартал) та заміри рівнів рідин в ліквідаційних свердловинах;

- відбір проб ґрунтових вод із моніторингових свердловин, дослідних зондів та підземних вод із артезіанської свердловини 7 для проведення визначення хімічного складу вод та вмісту розчинених нафтопродуктів (на листопад 2014 р., березень 2015 р., вересень 2015 р.);

- проведення хімічних аналізів у атестованих лабораторіях ІГН НАН України (гідрохімічна лабораторія та лабораторія нафтохімічних досліджень геологічного середовища);

Потрібно зазначити, що моніторингові дослідження виконувались не

завжди за передбаченим графіком через відсутність, в окремі періоди, допуску для фахівців ІГН НАН України на територію складу ПММ, що є режимним об'єктом. Зокрема, моніторингові дослідження були перервані у період із листопада 2012 р. до червня 2014 р.

3.2. Оцінка трансформації осередку забруднення

Відповідно до схематизації різновидів осередків забруднення та процесів їх трансформації, осередок, що досліджується, може бути віднесений до типу С1 – «коливальний», із ознаками типу В1 – «розпливчастий» і D1 – «перенесення розчинених нафтопродуктів у ґрунтових водах», що визначено впливом техногенних та природних чинників. (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Серед техногенних чинників в утворенні та трансформації осередку забруднення провідну роль відіграють втрати нафтопродуктів, які спричинили його формування, та ліквідаційні заходи, що виконуються на площі поширення забруднення. Припускається, що основні втрати нафтопродуктів відбувались до виявлення осередку забруднення – в період 1975–1998 рр., що опосередковано підтверджується результатами проведених досліджень. В той же час, результати досліджень не виключають ймовірність менш масштабних втрат нафтопродуктів після початку проведення ліквідаційних заходів. Надходження рідких нафтопродуктів до лінзи найбільш ймовірно на ділянці розташування залізничної зливно-наливної естакади та насосної станції, в районі яких фіксується найбільша товщина шару нафтопродуктів, не дивлячись на максимальне зосередження на цій ділянці ліквідаційних свердловин. Проте, можливі обсяги втрат в останні роки, вірогідно, не перевищують обсяги вилучених із геологічного середовища нафтопродуктів, тобто – 5–6 м³/рік, що на два порядки менше ймовірних обсягів втрат в попередні роки.

Ліквідаційні відкачки мали максимальний ефект в початковий період (рис. 3.1). В першій рік – вилучено 63 % (215 м³), а протягом перших 3 років – 83 %

(282 м³) від загального обсягу вилучених нафтопродуктів на даний час. В наступні роки спостерігається стабілізація обсягу вилучення нафтопродуктів на рівні 5–6 м³, а можливість вилучення нафтопродуктів із свердловин приурочено до періоду зниження рівня ґрунтових вод, під час якого, відбувається відновлення шару мобільних нафтопродуктів. Зниження ефективності ліквідаційних відкачок вже в перші роки їх проведення підтверджується даними отриманими на інших об'єктах в Україні (аеродром у м. Миколаєві), так і за кордоном (А. А. Голубев. – 2008р).

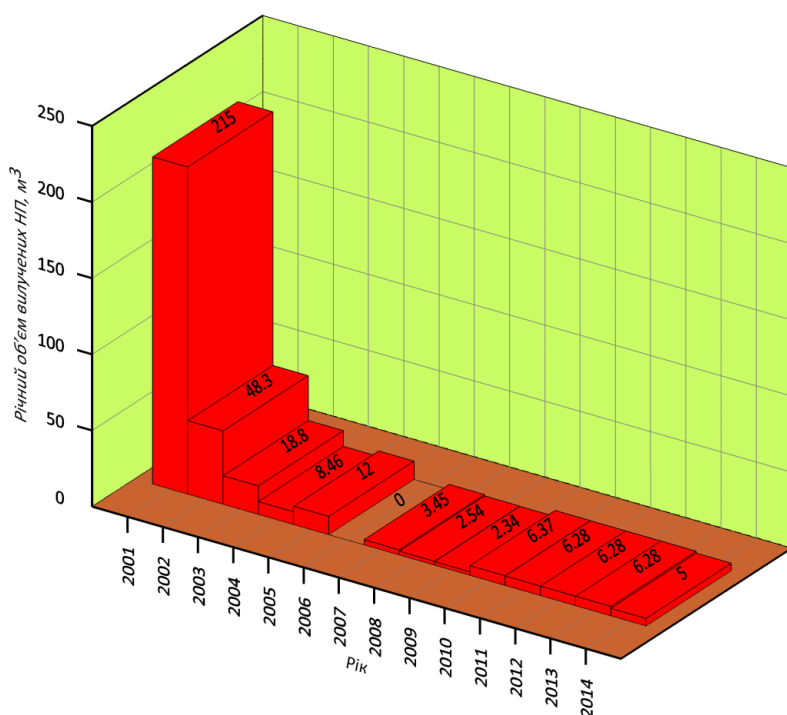


Рис. 3.1 Діаграма річних об'ємів вилучених нафтопродуктів за період 2001–2014 рр. (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

При ліквідаційних відкачках відбувається зниження рівнів ґрунтових вод, що, як і природні коливання, призводить до перенесення забруднення вниз за розрізом. Максимальне зниження рівнів у свердловинах відбувалось в процесі їх буріння. Можна припустити, що навколо ліквідаційних свердловин сформовано локальні «штучно заглиблені» зони забруднення. Особливо небезпечним, з точки зору впливу забруднення на довкілля, є розкриття частиною ліквідаційних свердловин шару алювіальних пісків (АП «Укрстройизыскания». – 1999р),

що визначає прямий гідравлічний зв'язок між забрудненою зоною та алювіальним водоносним горизонтом. Місця розташування таких свердловин (здебільшого, це південна частина лінзи) виступають джерелами надходження розчинених нафтопродуктів до алювіального горизонту.

Враховуючи досить високий рівень ґрунтових вод станом на 10.1998 р., які були близькими до максимальних за період досліджень забруднення (рис. 3.2), припускаємо, що початково було виявлено лише найбільш потужну частину лінзу (див. рис. 2.1), повністю не захоплену в результаті підняття рівнів ґрунтових вод. Зниження поверхні ґрунтових вод в подальшому призвело до вивільнення раніше захоплених рідких нафтопродуктів в «периферійних» частинах лінзи, що виявилось у збільшенні її встановленої площі.

Дійсне збільшення площі поширення рідких нафтопродуктів відбувається за рахунок їх латерального поширення в періоди, коли рідкі нафтопродукти не захоплені у водоносному горизонті (знаходяться у мобільному стані). Переважаючим напрямком поширення є східний, відповідно до напрямку руху ґрунтових вод. У випадках значних втрат нафтопродуктів, вони, згідно розрахунків, протягом кількох днів досягали поверхні ґрунтових вод. При таких умовах, коли вертикальний підтік переважає горизонтальний відтік, утворюється купол розтікання та вірогідна фільтрація нафтопродуктів в усіх напрямках. Припускаємо, що цим обумовлено поширення лінзи в південному та північному напрямку від джерел втрат нафтопродуктів.

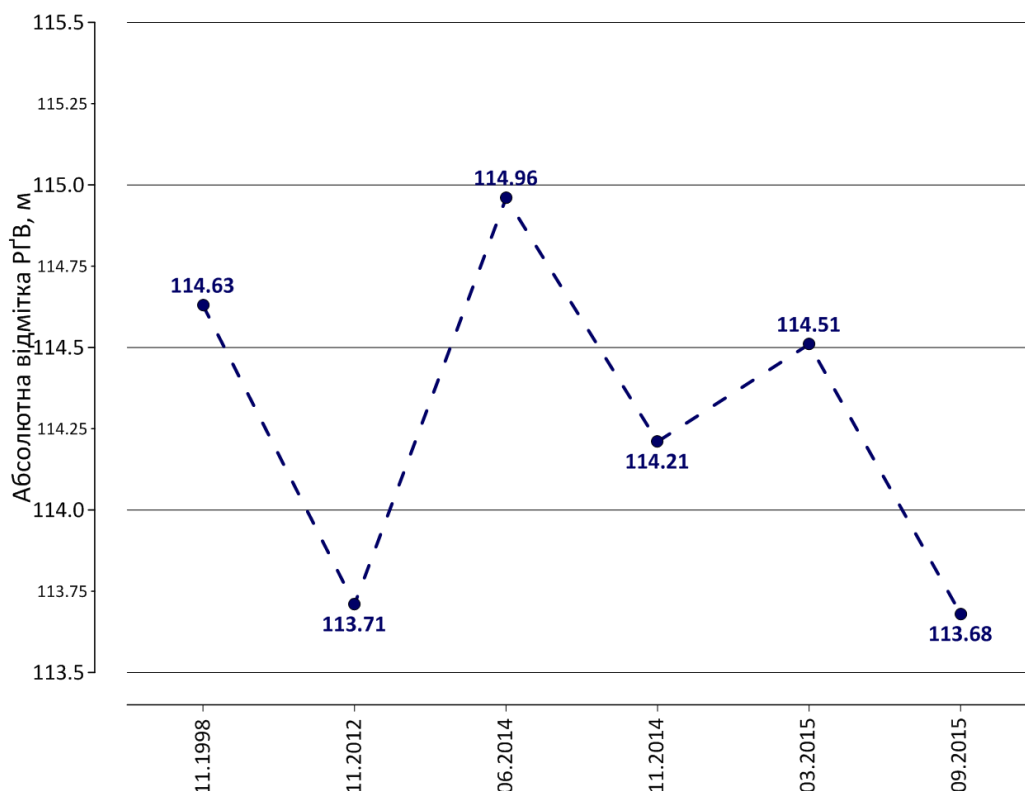


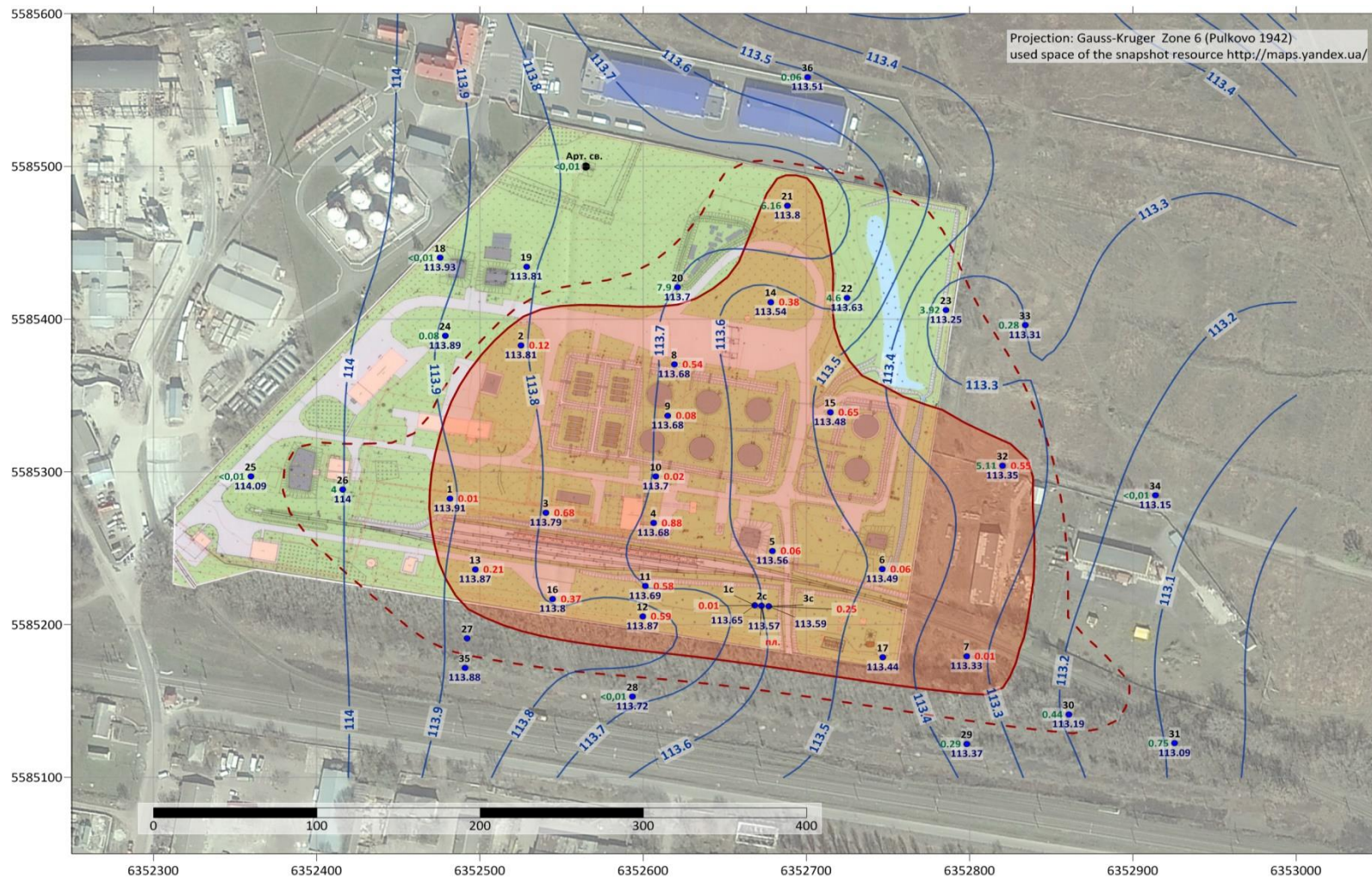
Рис. 3.2 Положення рівня ґрунтових вод на різні періоди досліджень (центральна частина складу ПММ, район св. 9м) (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

За результатами моніторингу встановлено, що площа можливого формування шару мобільних нафтопродуктів станом на вересень 2015 р. орієнтовно складає 7,8 га (рис. 3.3), що майже в двічі перевищує площу відкартовану у 1998 р. (4,2 га). Потрапляння до даного ареалу св. 17 та св. 21, обумовлено наявністю в даних свердловинах шару рідких нафтопродуктів, що зафіксовано моніторинговими дослідженнями. Можна припустити, що максимально площа розповсюдження рідких нафтопродуктів у геологічному середовищі при формуванні забруднення сягала встановленого за результатами візуального та лабораторного обстеження контуру поширення забруднених ґрунтів, площа яких становить 11,9 га (див. рис. 3.3). В межах даного контуру зафіксовано зміна кольору ґрунтів, в результаті їх забруднення нафтопродуктами, на синьо-сірий до чорного.

Факт розповсюдження лінзи нафтопродуктів в напрямку руху ґрунтових вод (східний напрямок) зафіксований за даними спостережень у св. 7. Під час буріння

свердловини (липень 2012 р.) ознаки нафтопродуктового забруднення не були виявлені. Щомісячні заміри рівнів у свердловині свідчили про відсутність рідких нафтопродуктів, концентрація розчинених нафтопродуктів у ґрунтових водах становила $1,51 \text{ мг/дм}^3$ (липень 2012 р.). Але, станом на листопад 2012 р. в свердловині зафіксовано поява шару рідких нафтопродуктів (0,37 см), який спостерігався і в подальшому.

Проте, основну роль у просторовій трансформації забруднення відіграє коливання рівня ґрунтових вод. Результати моніторингу свідчать, що формування шару мобільних нафтопродуктів у відкладах в значній мірі залежить від положення РґВ на даний момент часу. Відсутність чи зменшення товщини шару НП в свердловинах, що зафіксована в період моніторингу (2012–2015 рр.), здебільшого не пов'язані з впливом ліквідаційних заходів, що проводяться на ділянці забруднення, а обумовлені природним режимом ґрунтових вод.



32
5,11 ● 0,55
113,35

Моніторингові свердловини, пробурені ІГН НАН України у 2011–2014 рр.
Зверху – номер; знизу – абс. відм. п'єзометричного рівня ґрунтових вод, м;
праворуч – потужність шару нафтопродуктів, м, пл. – плівка; ліворуч –
вміст нафтопродуктів у ґрунтових водах, мг/дм³ (станом на вересень 2015 р.)
П'єзоізогіпси поверхні ґрунтового водонасиченого горизонту, м



Орієнтовний контур поширення мобільних нафтопродуктів



Контур поширення нафтопродуктового забруднення гірських порід

Рис. 3.3. Карта поширення нафтопродуктового забруднення складу ПММ ДП МА "Бориспіль" станом на вересень 2015 р.
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Яскравим прикладом є результати спостережень у св. 3, згідно із якими шар НП, товщиною близько 0,9 м, що фіксувався протягом літа-осені 2012 р., на глибині близько 3,7 м, при підйомі РГВ улітку 2014 р. зменшився до 1 см (рис. 3.4). Подальше зниження РГВ супроводжувалось відновленням шару НП. Станом на вересень 2015 р., коли відмітки РГВ в районі осередку забруднення знизились до відміток осені 2012 р. (див. рис. 3.2), товщина шару НП у св. 3 збільшилась практично до показників осені 2012 р., і становила 0,7 м, із можливим повним відновленням шару НП протягом наступних місяців.

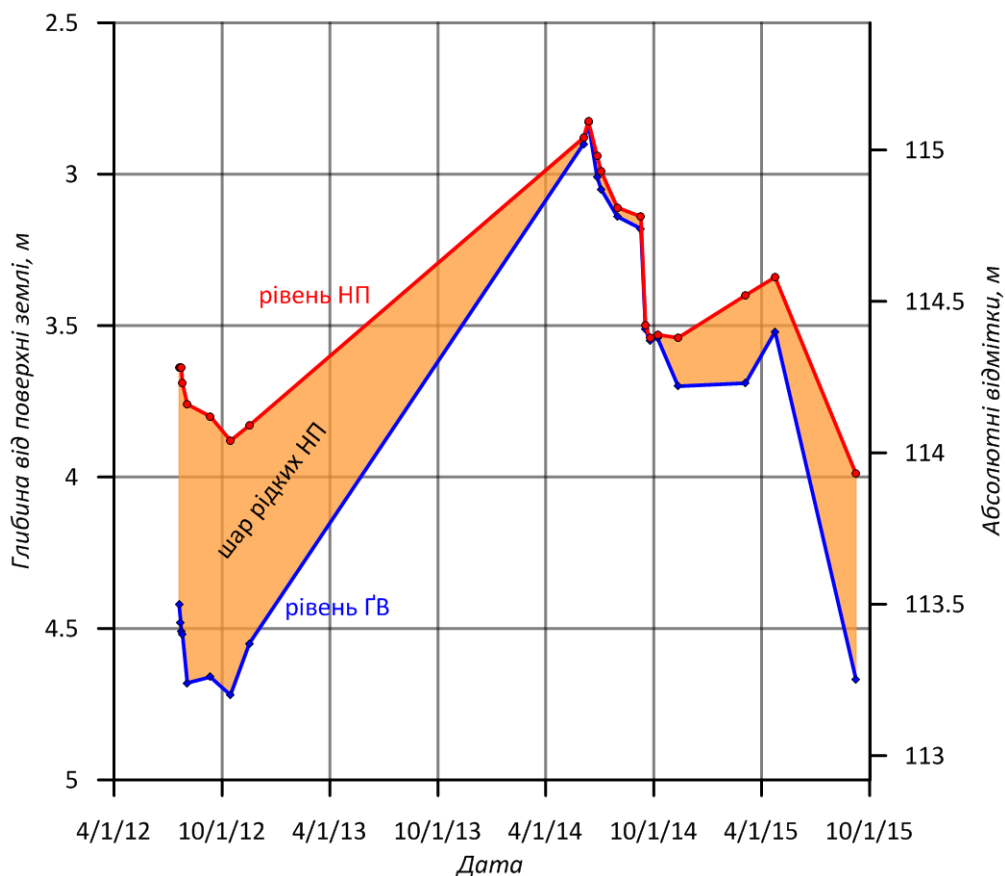


Рис. 3.4 Зміна товщини шару НП у св. 3 при зміні рівнів ґрунтових вод та НП (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Схожа закономірність спостерігається і в інших моніторингових свердловинах, що розташовані в зоні поширення лінзи авіаційного гасу. Як наслідок, при підйомі РГВ у червні 2014 р., відбулося зменшення товщини шару НП у свердловинах порівняно із листопадом 2012 р. на 80–99 %, а деяких випадках – його повне зникнення (табл. 3.1). В результаті, станом на червень 2014 р., товщина шару рідких

НП у свердловинах максимального сягала 0,2 м та значно зменшилась площа мобільної фази забруднення, що, у випадку відсутності моніторингових даних, могло помилково свідчити про значно нижчий порівняно із реальним ступінь забруднення.

Таблиця 3.1
Динаміка зміни товщини шару НП у свердловинах, 2012-2014 рр.
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

№ св.	Товщина шару НП станом на 11.2012 р., м	Товщина шару НП станом на 06.2014 р, м	Відсоток зменшення товщини шару НП, %
1	0.16	—	100
2	0.21	0.01	95
3	0.72	—	100
4	1.00	0.08	92
5	0.84	0.08	90
6	0.59	0.08	86
7	0.37	—	100
8	0.60	0.02	97
9	0.61	0.03	95
10	0.03	0.03	
11	0.59	0.01	98
12	0.55	—	100
13	0.38	0.04	89
14	0.43	—	100
15	1.00	0.20	80
16	0.43	—	100
17	0.47	—	100

Зниження РГВ, що спостерігалось протягом 2015 р., призвело до вивільнення захоплених рідких НП та відновлення його шару у свердловинах (табл. 3.2). У динаміці відновлення товщини шару НП спостерігається закономірність згідно із якою, в центральній частині лінзи, що приурочена до джерел втрат НП, товщина їх шару наближається до зафіксованої у 2012 р. – становить від 86 % до 107 % її значення, а на периферійних ділянках лінзи – відновлення шару відбувається менш повільно, що є свідченням меншої нафтопродуктової насиченості порід. Динаміка відновлення товщини шару НП у свердловинах є визначальною для оцінки ефективності застосування ліквідаційних відкачок. На ділянках лінзи, де відновлення шару НП у свердловинах відбувається повільно, проведення класичних відкачок буде мати низьку ефективність, а її підвищення можливе

шляхом використання комбінованих методів (відкачка у поєднанні із барботажем, нагнітанням гарячого повітря, мікробіологічними чи іншими методами).

Таблиця 3.2

Порівняння товщини шару НП у свердловинах на періоди мінімального положення РГВ
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

№ св.	Товщина шару НП станом на 11.2012 р., м	Товщина шару НП станом на 09.2015 р., м	Відновлення товщини шару НП станом на 09.2015 р, %
1	0.16	0.01	6
2	0.21	0.12	57
3	0.72	0.68	94
4	1.00	0.88	88
5	0.84	0.06	7
6	0.59	0.06	10
7	0.37	0.01	3
8	0.60	0.54	90
9	0.61	0.08	13
10	0.03	0.02	67
11	0.59	0.58	98
12	0.55	0.59	107
13	0.38	0.21	55
14	0.43	0.38	88
15	1.00	0.65	65
16	0.43	0.37	86
17	0.47	—	0

Прогноз рівнів ґрунтових вод є вкрай важливим для раціонального планування ліквідаційних відкачок. З огляду на це є важливим аналіз впливу атмосферних опадів, як основного джерела поповнення ґрунтових вод, на його режим. Мінімальні положення рівнів ґрунтових вод, відмічені станом на осінь 2012 та 2015 рр. (див. рис. 3.2) корелюють із зниженнями кількості атмосферних опадів, що приурочені до цих періодів (див. рис. 1.4). Враховуючи незначну потужність зони аерації (здебільшого, 2–4 м) та її відносно високу проникність, інфільтраційне живлення ґрунтових вод та режим їх рівня прямо залежать від кількості та характеру атмосферних опадів. Досвід проведення ліквідаційних відкачок ТОВ «Інгеоком» на даному осередку забруднення, свідчить, що максимальний відбір рідких нафтопродуктів приурочений до періоду із кінця вересня до початку весни, що корелює із періодом меншої вологості року, який чітко виділяється за сумою

атмосферних опадів (див. рис. 1.3). Тобто, щорічне зниження РГВ в осінне–зимовий період дозволяє підвищити ефективність ліквідаційних відкачок. Обмеження цього терміну початком весни пов'язано із весняним сніготаненням та підвищення добової температури вище 0 °С, що призводить до інтенсифікації інфільтраційного живлення та підйому РГВ.

Обмеження можливостей ліквідаційних відкачок підтверджується результатами досліджень впливу окремої ліквідаційної свердловини. З такою був метою обладнаний промінь спостережених свердловин від ліквідаційної свердловини 13. Він складається із 3-х свердловин 1с, 2с, 3с, що розташовані на відстані 2,25. 5 та 10 м від центральної (ліквідаційної) за напрямком руху ґрунтових вод (див. рис. 2.2).

В 2012 р. після обладнання спостережених свердловин в св. 1с формувався шар ЛНП потужність якого зростала від декількох см до 0,9 м (на 11.2012 р.), що вірогідно пов'язано із впливом відкачки із ліквідаційної свердловини, а саме локальним зниженням поверхні ГВ (рис. 3.5, а). Дані умови сприяють вивільненню захоплених у ґрунтових водах ЛНП, а товщина шару ЛНП у свердловині значно перевищує дійсну (у відкладах), так як умови її формування є подібними до формування на поверхні капілярної зони. В той же час, у св. 2с, що розташована на відстані 5 м від ліквідаційної, вплив останньої не відмічений.

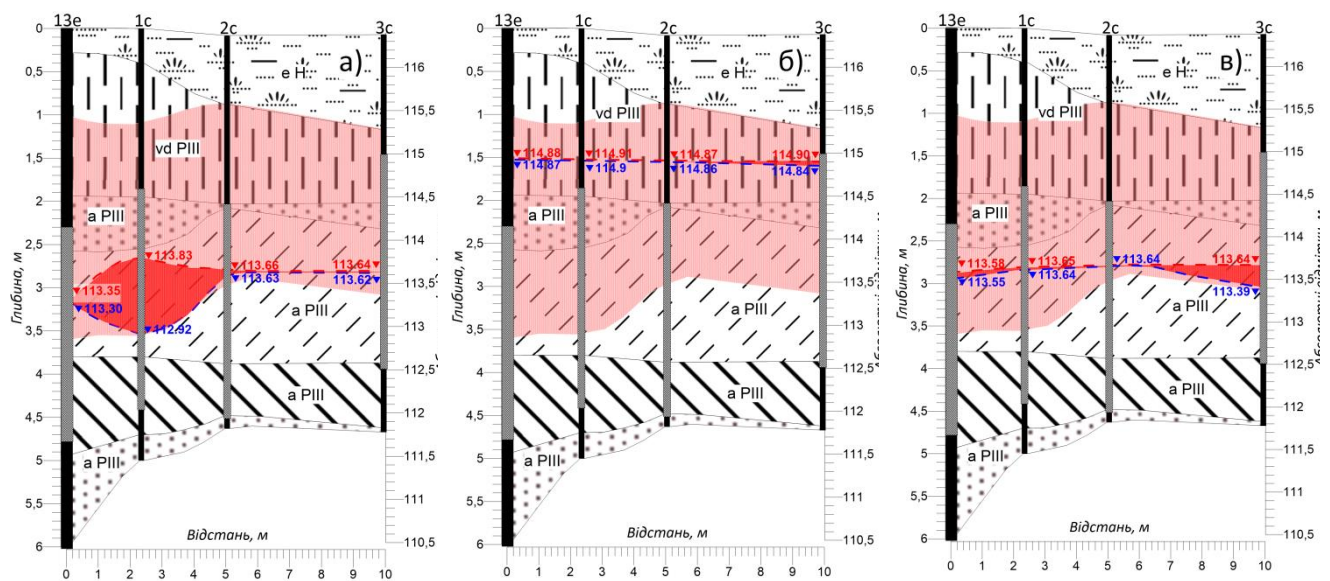


Рис. 3.5 Еколого-геологічний розріз за дослідним кущем: а) станом на 11.2012 р.; б) станом на 06.2014 р.; в) станом на 09.2015 р. (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

При піднятті РГВ, станом на 06.2014 р. (в даний період ліквідаційні відкачки не проводились) в ліквідаційній та спостережних свердловинах 1с та 2с знаходився вище діапазону встановлення фільтра і становив 1–2 см, а в св. 3с – 6 см (рис. 3.5, б). Зниження РГВ в 2015 р. призвело до незначного збільшення потужності рідких нафтопродуктів у свердловинах (рис. 3.5, в). Відсутність відновлення товщини шару ЛНП у св. 1с, на відміну від зафіксованого у 2012 р., ми пов'язуємо із зупинкою ліквідаційної відкачки, яка створювала умови для накопичення ЛНП в спостережній свердловині, що знаходиться в зоні її впливу. Ймовірно, що поновлення ліквідаційної відкачки призведе до збільшення товщини шару ЛНП в свердловині 1с, внаслідок формування локальної депресії у поверхні ґрунтових вод.

Переважаючі концентрації нафтопродуктів у ґрунтах забрудненої зони (за результатами аналізу гексанової витяжки із застосуванням автоматичного аналізатору «Мікраан», лабораторія ІГН НАНУ) становлять 1–1,5 г/кг. Максимальний вміст сягає 3 г/кг ґрунту природної вологості – при значеннях щільності твердого компоненту супіщаних порід $2,7 \text{ г/см}^3$, пористості 0,4 та вологості 50 % від максимально можливої, об'ємний вміст нафтопродуктів складе $5,6 \text{ г/дм}^3$ відкладів або 0,7 % ($7 \text{ см}^3/\text{дм}^3$). Виключення становить лише проба

відібрана при бурінні св. 1с із піщаного прошарку на глибині 2,1 м – вміст НП у якій становив 6,9 г/кг, що відповідає об'ємному вмісту НП 1,7 % (щільність твердого компоненту порід 2,65 г/см³, пористість 0,3, вологість 50 % від пористості).

За розрізом свердловин простежується нерівномірність забруднення (рис. 3.6), що пов'язано як із сценарієм його формування, динамікою колювання РГВ та лінзи рідких НП. гідрофізичними властивостями відкладів.

Отримані дані свідчать про відносно низьке нафтопродуктове насичення відкладів, що є свідченням залишкового характеру забруднення.

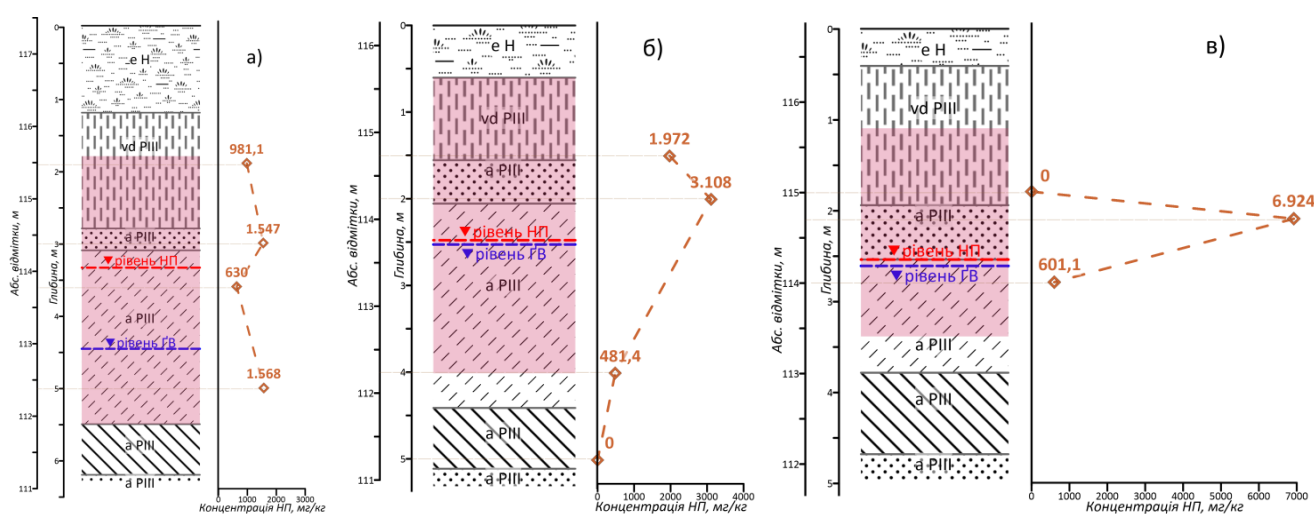


Рис. 3.6 Вміст нафтопродуктів у ґрунтах за розрізом свердловин: а) св. 15 (станом на 10.2011 р.); б) св. 17 (станом на 10.2011 р.); в) св. 1с (станом на 06.2012 р.) (В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

Вміст розчинених нафтопродуктів визначався у лабораторії ІГН ультрафіолет-спектрофотометричним методом із використання автоматичного аналізатору «Мікран». Для інтерпретації результатів визначень отримано градувальну таблицю для нафтопродуктів відібраних із даного осередку забруднення. Забруднення ґрунтових вод за межами розповсюдження лінзи є досить обмеженим за площею. Воно поширюється разом із потоком ґрунтових вод переважно у східному напрямку. Проте, вже на відстані близько 100 м від межі поширення лінзи у св. 34 (див. рис. 3.3), протягом 2014–2015 рр. розчинені нафтопродукти не були виявлені. Встановлене забруднення за даними св. 31 (табл. 3.3.6), що також

розташована в напрямку руху ґрунтових вод але південніше, вірогідно обумовлено впливом залізничної гілки, що проходить поруч та з'єднує склад ПММ із залізничною магістраллю Київ–Харків. Остання, безумовно, є джерелом забруднення, хоча і в значно менших масштабах порівняно із складом ПММ. Вірогідно, в районі залізничної колії сформовано забруднення відкладів, які є джерелом надходження розчинених нафтопродуктів у ґрунтові води.

Таблиця 3.3

Вміст розчинених нафтопродуктів у ґрунтових та підземних водах
(В. Г. Максимов та ін. - 2015.)

№ св.	Концентрація НП, мг/дм ³		
	на 11.2012 р.	на 03.2015 р.	на 09.2015 р.
1	17.54	11.98	
10	32.89	11.53	
12	43.64	75.98	
3с	18.65	58.47	
18	<0,01	<0,01	<0,01
19	<0,01		
20	2.31	5.65	7.9
21	17.88	12.31	6.16
22	9.66	4.04	4.6
23	4.36	1.84	3.92
24	<0,01	0.06	0.08
25	<0,01	1.31	<0,01
26	11.14	6.99	4
27			
28	<0,01	<0,01	<0,01
29	0.01	2.52	0.29
30	1.44	0.27	0.44
31	0.16	1.07	0.75
32	16.30	6.39	5.11
33	<0,01	0.14	0.28
34	<0,01	0.39	<0,01
35	<0,01	0.47	
36	<0,01	<0,01	0.06
Арт. св.		<0,01	<0,01
зонд 1 (1-ОП)	1.57	3.26	1.63
зонд 2 (2-ОП)	2.92	5.85	4.54
зонд 3 (3-ОП)	3.10	2.52	12.83
зонд 4 (4-ОП)	14.93	11.80	17.57

Необхідно відзначити, що за межами відкартованої зони забруднених відкладів вміст розчинених НП не перевищував 10 мг/дм³. На площі поширення забруднених ґрунтів концентрація НП у ґрунтових водах збільшується до 20 мг/дм³

(св. 1, 21, 26, 32), а в окремих випадках – до 30–75 мг/дм³ (св. 10, 21, 32). Подібні концентрації, що перевищують показники розчинності НП у воді можуть бути обумовлені емульсуванням нафтопродуктів під час відбору проб води із свердловини, що супроводжується прокачкою (жолонуванням) свердловини. В таких умовах ймовірним є виніс окремих краплино-рідинних НП із забруднених відкладів.

Стабільна наявність розчинених НП на глибині 4,8–5,0 м у алювіальних водонасичених пісках свідчить про їх забруднення та можливість подальшого поширення забруднення на значні відстані у добре проникних піщаних відкладах.

Проте, не виключена можливість забруднення водонасиченої товщі не тільки за рахунок вертикальної міграції забруднювача із верхньої частини розрізу, але й за рахунок латеральної міграції від ділянок штучного переносу забруднення на глибини до 6 м, якими виступають ліквідаційні свердловини, чи від ділянок більш потужної забрудненої товщі відкладів, що приурочені до центральної частини осередку забруднення (район насосної станції та зливної залізничної естакади). При подальших дослідженнях планується обладнати аналогічні точки спостережень на інших ділянках лінзи, де, зокрема, в місцях, де виключено вплив вище зазначених чинників (верхня частина лінзи відносно потоку ґрунтових вод).

Результати досліджень свідчать, що визначення забруднення ґрунтових вод розчиненими нафтопродуктами за даними опробування свердловини дає значно завищені показники, що відбувається за рахунок розкриття свердловиною значного діапазону водонасиченої товщі та потенційного впливу на загальні показники інтенсивного забруднення верхньої частини водоносного горизонту у вигляді плівки або шару НП. Як показує практичний досвід проведених досліджень, пункт (точка) спостереження за станом нафтопродуктового забруднення ґрунтового водоносному горизонту має складатися з:

– п'езометра з фільтром, що охоплює потужність лінзи НП та максимальний діапазон коливання РГВ, для замірів рівнів рідин;

– системи ярусних зондів (фільтрів) для поглибинного опробування ґВ.

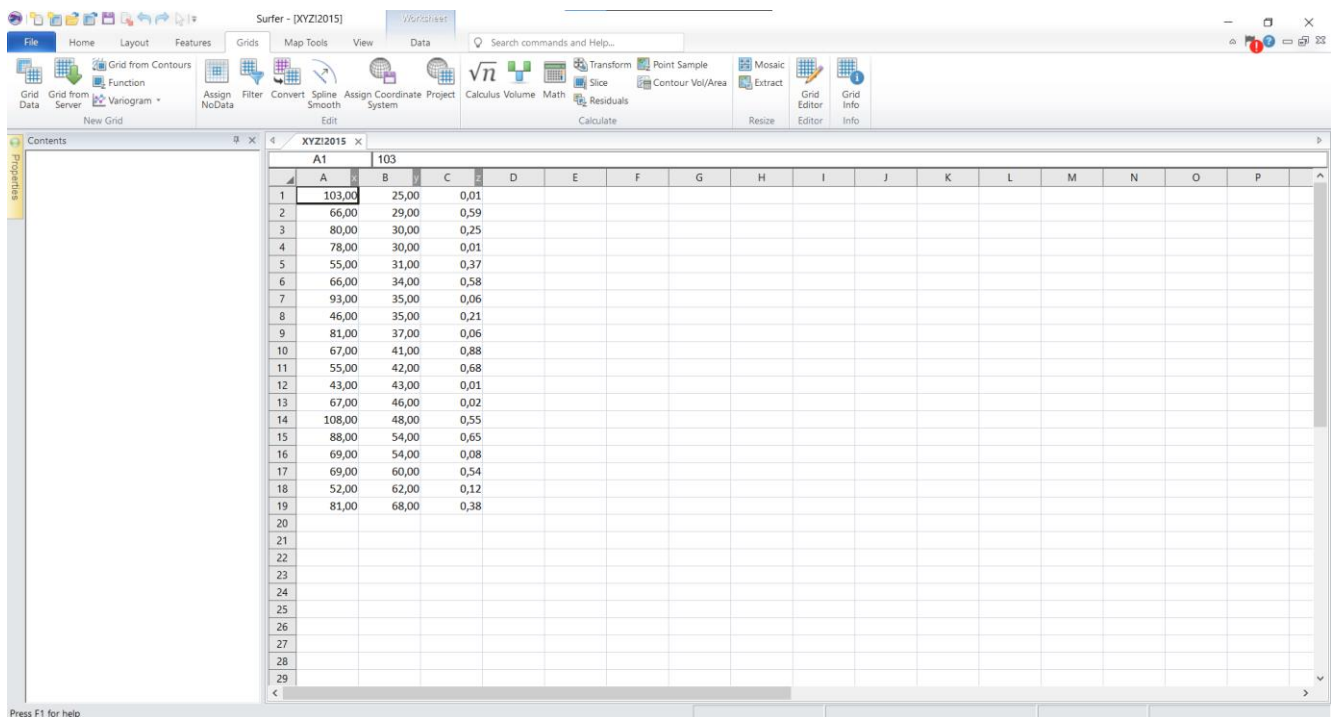
В залежності від потужності забрудненої зони кількість зондів змінюватиметься і повинна бути достатньою для поінтервального відбору проб від РґВ до чистої зони.

В зоні забруднення фіксується збільшення окиснюваності ґрунтових вод від фонових показників 1–3 до 25 мг/дм³. Окиснюваність визначається кількістю кисню, еквівалентного витраті окиснювача який використовується при обробці проби води. В даному випадку окиснюваність опосередковано характеризує міру наявності у воді легкоокиснюваних органічних і неорганічних речовин. За результатами досліджень не встановлено чіткої залежності між концентрацією розчинених нафтопродуктів в ґрунтових водах та показниками окиснюваності, що підтверджує можливість використання даного показника лише як якісного. В той же час, значення окиснюваності більше 3 мг/дм³ свідчить про забруднення води та ризику її використання для питних цілей.

4. Порівняння змін потужностей нафтопродуктового забруднення за проміжок часу з 1998 по 2015рр.

Для аналізу змін нафтопродуктового забруднення на території складу ПММ аеропорту "Бориспіль" автором було використано програмне забезпечення Surfer 21.

Спочатку створюється файл-таблиця з даними по ствердловинам на території об'єкту у MS Excel або прямо у Surfer. New > Worksheet (якщо робити через Excel, то встановити формат комірок числовий). Колонки А та В - це координати х та у, а колонка С значення потужності НП забруднення (рис.4.1). Зберігаємо файл за допомогою комбінації клавіш Ctrl+S.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	103,00	25,00	0,01													
2	66,00	29,00	0,59													
3	80,00	30,00	0,25													
4	78,00	30,00	0,01													
5	55,00	31,00	0,37													
6	66,00	34,00	0,58													
7	93,00	35,00	0,06													
8	46,00	35,00	0,21													
9	81,00	37,00	0,06													
10	67,00	41,00	0,88													
11	55,00	42,00	0,68													
12	43,00	43,00	0,01													
13	67,00	46,00	0,02													
14	108,00	48,00	0,55													
15	88,00	54,00	0,65													
16	69,00	54,00	0,08													
17	69,00	60,00	0,54													
18	52,00	62,00	0,12													
19	81,00	68,00	0,38													
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																

Рис.4.1 Таблиця з вхідними даними

Для побудови ж самої карти ізоліній - пункт Grid data, який на панелі інструментів у меню Grids. У вікні Grid data обираємо метод "Inverse distance to a power" (рис.4.2) з коефіцієнтом 2, котрий являє собою метод зворотних зважених відстаней і є оптимальним для побудов карт з малим обсягом вхідних даних та не великою територією досліджень.

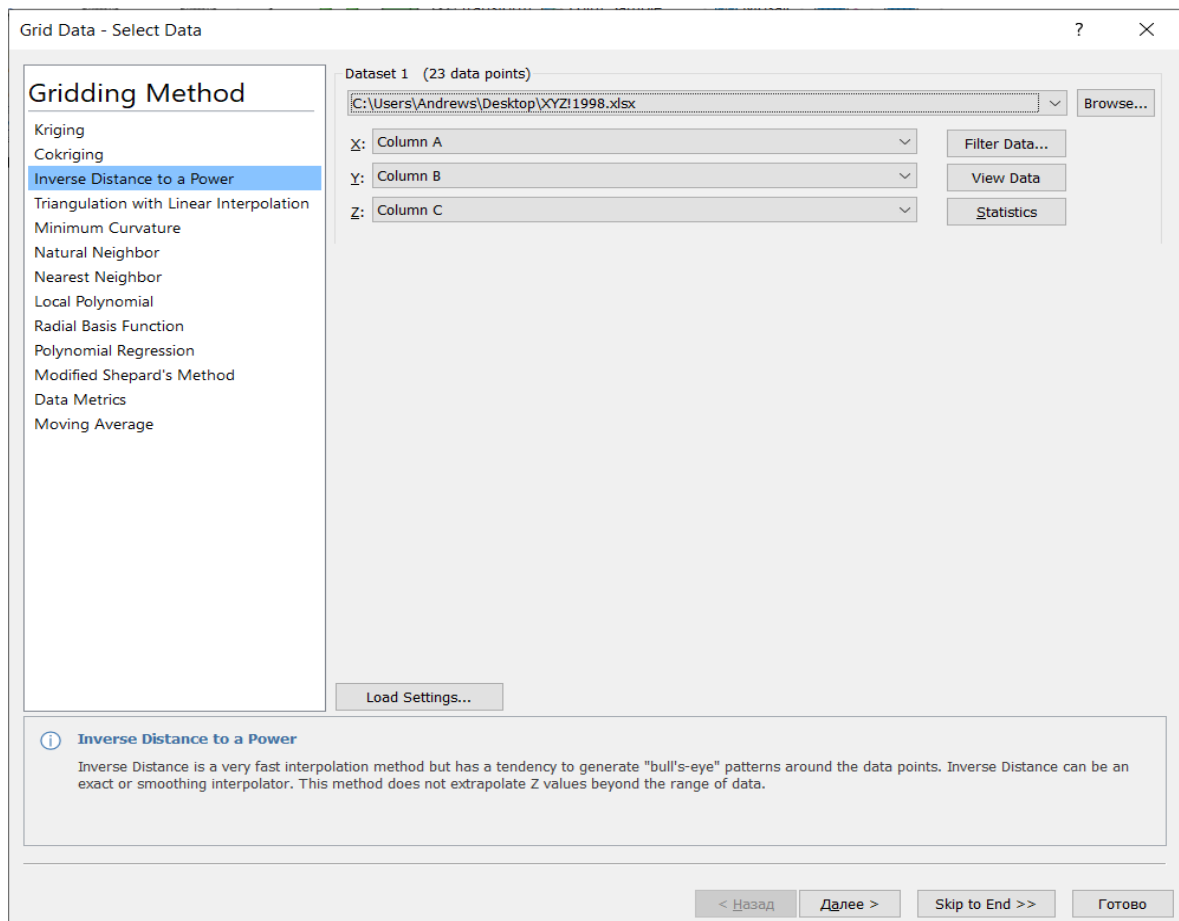


Рис.4.2 Меню Grid data та вибір методу

Після обрання методу побудови карти, треба задати робочі мінімуми та максимуми осі X та Y(рис.4.3).

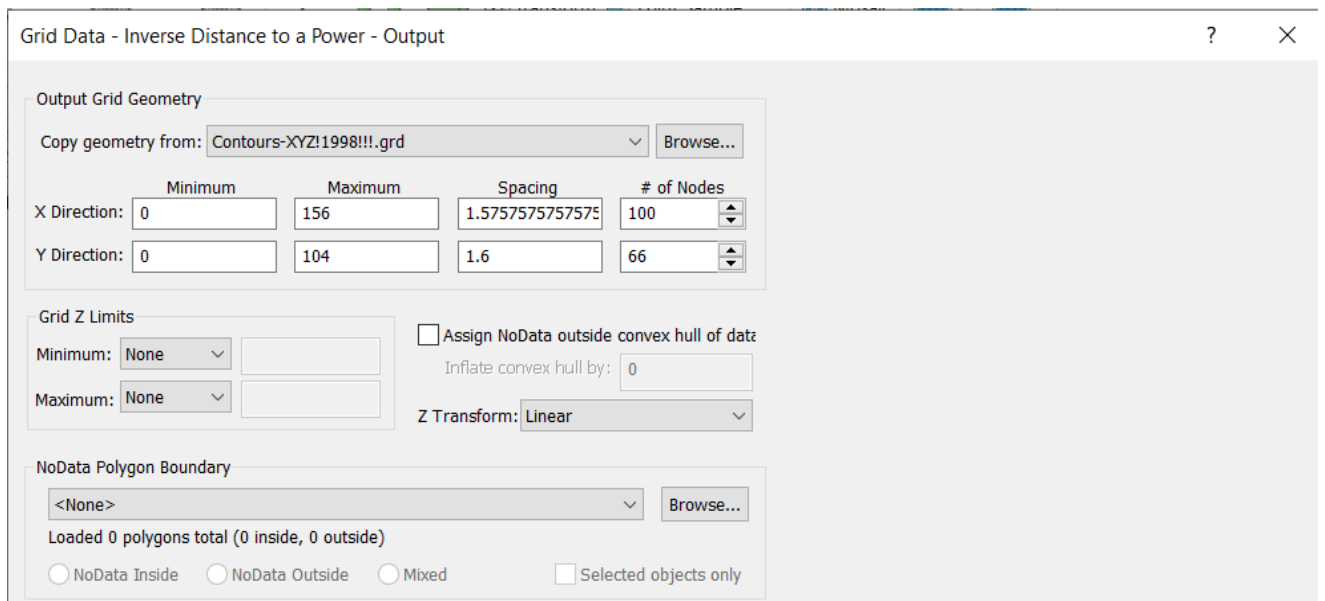


Рис.4.3 Ключове меню «Grid data»

Зазвичай вони округлюються до найближчого десятку, та мають бути однакові для обох наборів вхідних даних. В данному випадку робочий простір будувався з прив'язкою досупутникового знімку об'єкта. Також треба виставити коефіцієнт методу 2 (якщо він не стоїть за замовчуванням) (рис.4.4).

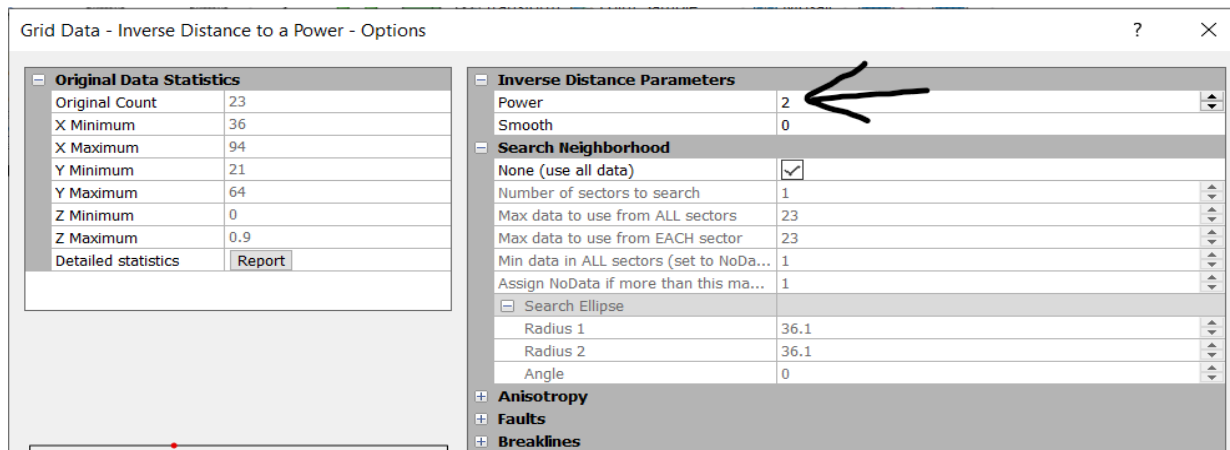


Рис.4.4 Коефіцієнт методу

Тепер, за наявності двох grid файлів формуємо карту ізоліній різниць потужностей нафтопродуктового забруднення за допомогою інструмента Grid Math, що знаходиться в тому ж меню «Grids». Додаємо попередньо створені грід-файли та встановлюємо функцію так щоб більші значення відіймались від менших, в данному випадку від 2015го 1998й (рис.4.5)

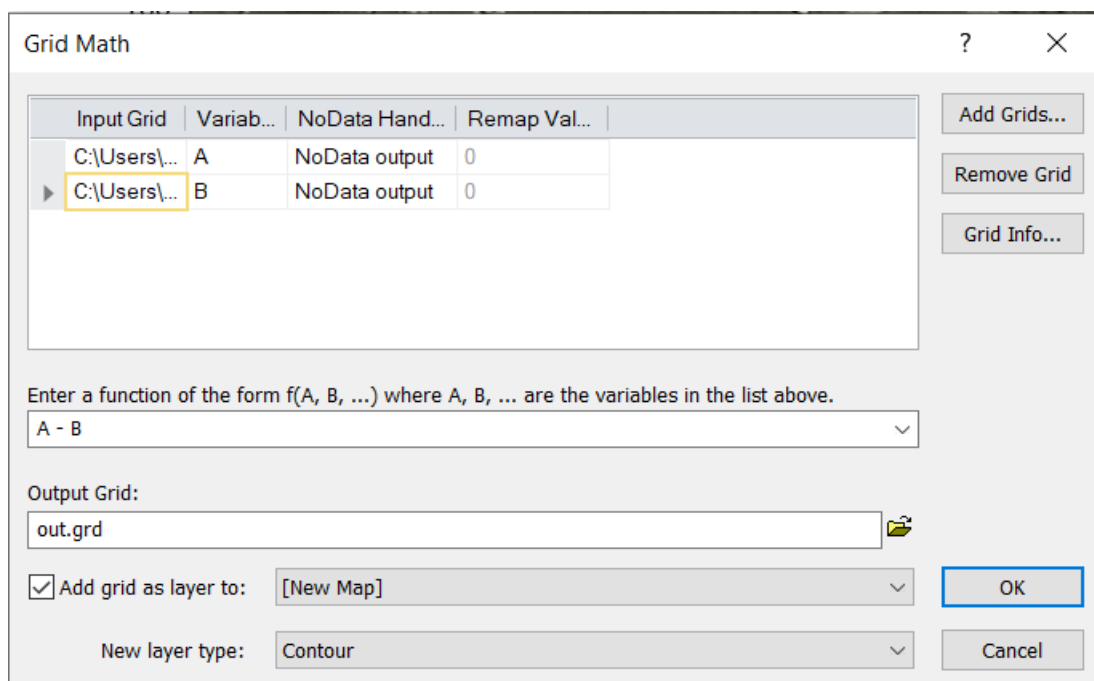
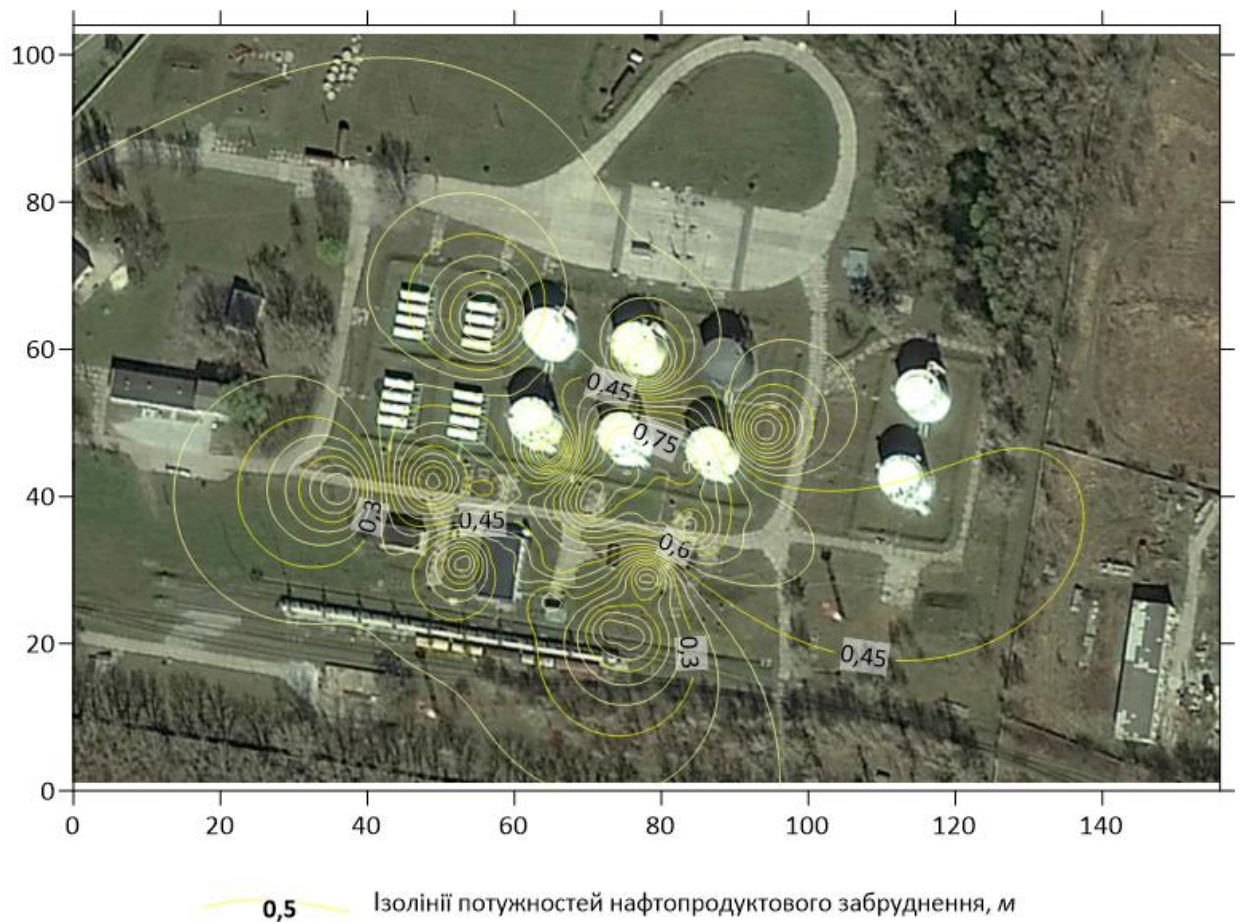


Рис.4.5 Меню Grid Math

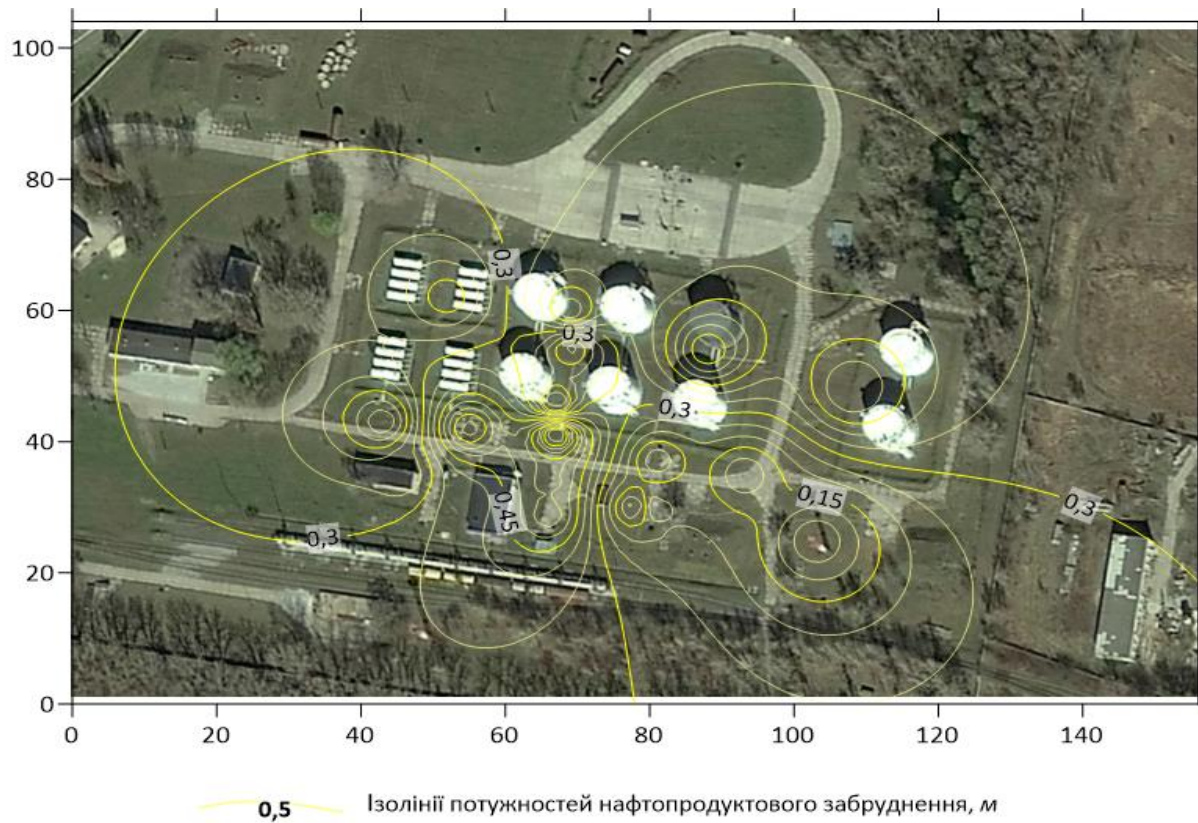
Якщо программа скаржитися на не відповідність кількості стобців та рядків у вхідних грид-файлах то потрібно їх переробити та додатково вказати однакові «# of Nodes» для обох файлів сітки.

Тепер використовуючи грид-файл різниць потужностей будуємо карту ізоліній методом зворотних зважених відстаней як у випадку із першими двома вхідними файлами.

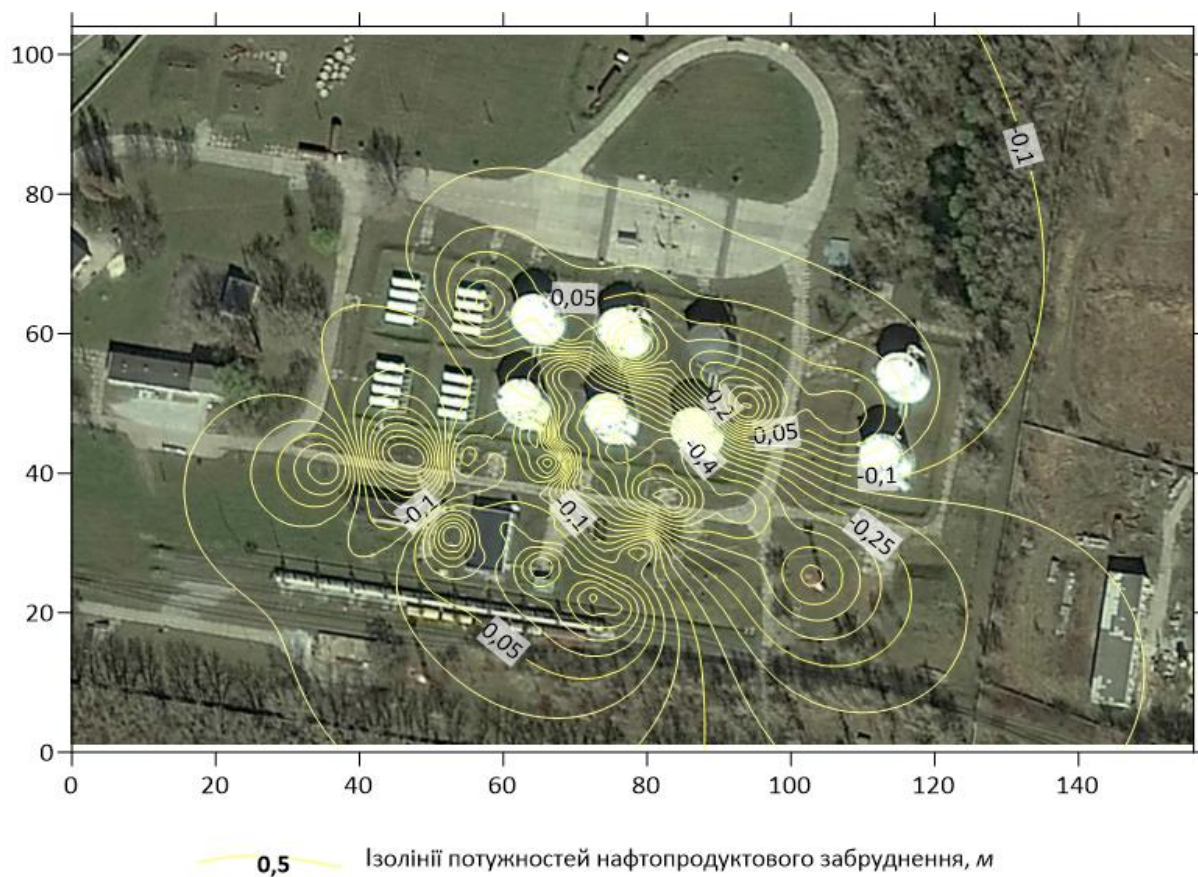
Таким чином ми отримали наступні 3 карти ізоліній. За 1998 й 2015 роки, та карту що відображає зміну потужностей НП забруднення, різницю за цей проміжок часу.



Карта потужностей нафтопродуктового забруднення складу ПММ ДП МА "Бориспіль" станом від 1998р.



Карта потужностей нафтопродуктового забруднення складу ПММ ДП МА "Бориспіль" станом на 2015 р.



Карта різниць потужностей нафтопродуктового забруднення складу ПММ ДП МА "Бориспіль" станом від 1998-2015 рр.

Беручи до уваги данні з загальної та спеціальної частин, можна зробити висновок, що роботи проведені на об'єкті дали відчутній ефект по зниженню рівня забруднення нафтопродуктами.

ВИСНОВОК

Міжнародний аеропорт «Бориспіль» є найбільшим в Україні. Екологічний стан аеропорту є важливим для формування позитивного враження про нашу країну – діяльність аеропорту має бути максимально безпечною для довкілля та населення.

Однією із найбільш негативних характеристик екологічного стану аеропорту є нафтопродуктове забруднення геологічного середовища, що є наслідком багаторічної експлуатації прирейкового складу пально-мастильних матеріалів. Масштабний осередок забруднення займає значну частину складу, розповсюджуючись за його межі, та представляє небезпеку для забруднення поверхневих вод в місцях їх дренажування, ґрунтів, рослинного та тваринного світу, населення та обслуговуючого персоналу складу ПММ.

Актуальність магістерської роботи обумовлена загрозою екологічному середовищу та прилеглим територіям тривалим забрудненням нафтопродуктами ґрунтових вод та гірських порід.

Масштаби забруднення станом на 1998 рік свідчили про те, що надходження нафтопродуктів до геологічного середовища триває вже значний період часу. Потужність шару рідких легких нафтопродуктів у спостережних свердловинах досягала 0,9 м, а згодом, 1,2–1,6 м, при глибинах залягання 2,5–3,0 м. Було встановлено, що основні втрати нафтопродуктів відбувались із резервуарного парку складу та системи паливних комунікацій, а розрахункова величина втрат легких нафтопродуктів оцінювалась як 0,6 % від річного обігу, що складає близько 0,55 тис. т.

У ході польових досліджень виявлено, що зоною максимального забруднення були залізнична зливно-наливна естакада зона та насосна станція. Від початку та впродовж часу моніторингових та ліквідаційних робіт втрати легких нафтопродуктів на об'єкті були зведені до мінімуму. В результаті виливів нафтопродуктів на земну поверхню чи їх втрат із підземних комунікацій відбувалось їх просочування до зони

аерації, яка представлена достатньо проникними лесовидними супісками, пісками, алювіальними супісками та подальша інфільтрація в напрямку рівня ґрунтових вод.

Для ліквідації забруднення нафтопродуктами прилеглої території складу ПММ аеропорту «Бориспіль» було побудовану систему ліквідаційних свердловин.

З метою визначення та оцінки часових змін у нафтопродуктовому забрудненні ґрунтових вод на території складу ПММ аеропорту «Бориспіль» автором за допомогою ПО «Surfer» побудовані карти ізопотужностей забруднення станом на 1998 та 2015 роки та карта змін ізопотужностей за ці роки.

Аналіз отриманої карти змін ізопотужностей забруднення дозволяє зробити висновок, що станом на 2015 рік, попри ліквідаційні відкачки та вілучення майже півтори тони нафтопродукту, загальні потужності забруднення суттєво не змінились. Тільки в осередку забруднення відбулась зміна потужності в 0.45 м, що скоріш за все теж не має відношення до відкачок у довгостроковій перспективі.

За результатами проведеного моніторингу, основну роль у просторовій трансформації забруднення відіграє коливання рівня ґрунтових вод. Тому формування шару мобільних нафтопродуктів у значній мірі залежить від положення РґВ на даний момент часу. Відсутність чи зменшення товщини шару забруднення в свердловинах здебільшого не пов'язані з впливом ліквідаційних заходів, що проводяться на ділянці забруднення, а обумовлені природним режимом ґрунтових вод. Зниження РґВ, що спостерігалось протягом 2015 р., призвело до вивільнення захоплених рідких НП та відновлення його шару у свердловинах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Извлечение и очистка подземных вод загрязненных углеводородными соединениями (НФП) и предосторожение их вытока с территории склада ГСМ а/п «Борисполь» Бориспольского района Киевской обл. : Рабочий проект. Кн. 2.1. Пояснительная записка ; АП «Укрстройизыскания». – 1999. – 46 с.

Результати екологічних робіт на об'єкті нафтохімічного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод у районі базового складу ПММ аеропорту «Бориспіль» : Звіт, ТОВ НВЦ «Інгеоком» / В. Г. Максимов, С. А. Диняк. – К., 2013 р. – 25 с.

Еколого-гідрологічний моніторинг територій забруднення геологічного середовища легкими нафтопродуктами: Звіт / ІГН НАНУ; керівник Огняник М. С. — № ДР 0106U000132. — Київ, 2009. — 209 с.

Гидрогеологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Днепрово-Донецкая. Лист М-36-ХІІІ. Объяснительная записка / Министерство геологи УССР, Киевский геологоразведочный трест, составитель: В. Л. Романовская ; редактор: В. М. Ващенко. – К., 1975. – 51 с.

Геолого-гідрологічні матеріали для отримання спеціального дозволу на право користування надрами з видобування підземних вод Державним підприємством «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» / О.П. Нікіташ. – Державна геологічна служба, Північне регіональне геологічне підприємство «Північгеологія». – Договір № 4807 к. – Київ, 2007. – 244 с.

Отчет о детальной разведке подземных вод для централизованного водоснабжения г. Борисполя Киевской области Украинской ССР (1973–1974 гг.) с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 01.01.1974 г. / В.Н. Новиков, В.А. Кошман, – 1974.

Карта естественной защищенности подземных вод Украинской ССР. Масштаб 1 : 200 000. Киевская область / И. А. Масенко, Е. В. Верхова, С. А. Земская ; редактор В. Г. Ткачук. – Министерство геологи УССР, ПГО «Севукргеология»,». – К., 1986. – 56 с.

Інформація про стан водопровідно-каналізаційного господарства КП ВКГ “Бориспільводоканал” та проведені заходи по його реформуванню та розвитку за 2010 рік / Електронний ресурс : режим доступу http://borispolvoda.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2:zvit2010&catid=3:news&Itemid=7.

Водообмен в гидрогеологической структуре Киевской городской агломерации и миграция радионуклидов / В. М. Шестопалов, Ю. Ф. Руденко, В. В. Гудзенко, А. Н. Макаренко // Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа. – 2001. – С. 127–161.

Камзіст Ж. С. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. / Ж.С. Камзіст, О.Л. Шевченко. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. – 614 с.

Голубев А. А. Экологическая реабилитация и мониторинг углеводородного загрязнения геологической среды: на примере аэродромного хозяйства в Московской области : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. геол.-мин. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» / А. А. Голубев. – М., 2008. – 25 с.

Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд., переаб. и доп. Т.1 / В.М. Максимов, В. Д. Бабушкин, Н. Н. Веригин и др. ; под. ред. В.М. Максимова. – Л., Недра, 1979. – 512 с.

Румынин В. Г. Геомиграционные модели в гидрогеологии / В. Г. Румынин. – М.: Недра, 2011. – 1197 с.

Еколого-гідрогеологічний моніторинг територій забруднення геологічної середовища легкими нафтопродуктами / Н. С. Огняник, Н. К. Парамонова, А. Л. Брикс, Р. Б. Гаврилюк. – К.: LAT&K, 2013. – 254 с.

Звіт «Дослідження трансформації нафтопродуктового забруднення на ділянці складу пально-мастильних матеріалів аеропорту «Бориспіль»» / В. Г. Максимов та ін. – 2015.