

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод
зони активного водообміну (на прикладі окремих регіонів України)

Виконав студент групи МОС-18 (з/ф)
спеціальності 101- Екологія
Алієв Раміль Назім огли

Керівник д.г.-м.н., проф.
Сафранов Тамерлан Абісалович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101- екологія

Освітньо-професійна програма «охорона навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології
та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

28 жовтня 2019 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Алієву Рамілю Назім огли

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну (на прикладі окремих регіонів України)

Керівник роботи Сафранов Тамерлан Абісалович, д.г.-м.н., професор

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 8 жовтня 2019 року №235 «С»

2. Строк подання студентом роботи 9 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи: огляд джерел інформації щодо особливостей забруднення ґрунтів і підземних вод нафтою і нафтопродуктами; дані щодо об'єктів нафтохімічного комплексу України; дані щодо стану ґрунтового покриву і підземних вод в зонах розміщення нафтохімічного комплексу України; методичні основи оцінки екологічної безпеки на ділянках нафтохімічного комплексу України; дані щодо методів очистки ґрунтів і підземних вод від нафти і нафтопродуктів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): особливості забруднення ґрунтів і підземних вод нафтою і нафтопродуктами; оцінка еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу України; визначення безпечного стану підземних вод в ґрунтах на ділянках нафтохімічного забруднення; оцінка екологічно-безпечного стану ґрунтів і підземних вод; основні методи очищення ґрунтів і підземних вод від нафти і нафтопродуктів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема розповсюдження забруднення нафтопродуктами в геологічному середовищі; оцінка еколого-геологічного ризику; алгоритм проведення комплексу природоохоронних заходів на ділянках забруднення нафтопродуктами тощо.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Огляд літературних даних щодо особливостей забруднення нафтою і нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод</i>	28.10.19-02.11.19	90	5(відмінно)
2	<i>Аналіз даних щодо нафтохімічного комплексу України</i>	03.11.19-11.11.19	90	5(відмінно)
3	<i>Оцінка стану ділянок в зоні розміщення нафтохімічного комплексу України</i>	12.11.19-17.11.19	90	5(відмінно)
	Рубіжна атестація	18.11.19-23.11.19	90	5(відмінно)
4	<i>Оцінка екологічно-безпечного стану ґрунтів і підземних вод</i>	24.11.19-26.11.19	90	5(відмінно)
5	<i>Аналіз методів очищення ґрунтів і підземних вод від нафти і нафтопродуктів</i>	27.11.19-02.12.19	90	5(відмінно)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.</i>	03.12.19-06.12.19	90	5(відмінно)
7	<i>Підготовка паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до попереднього і публічного захисту. Рецензування роботи.</i>	07.12.19-09.12.19	90	5(відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

Студент

(підпис)

Керівник проекту

(підпис)

(до десятих)

Алієв Раміль Назім огли
(прізвище та ініціали)

Сафранов Т.А.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну (на прикладі окремих регіонів України). Алієв Раміль Назім огли

Актуальність теми. Аналіз особливостей нафтохімічного забруднення ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну окремих регіонів України є актуальною темою.

Метою дослідження є оцінка особливостей забруднення нафтою та нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну на окремих регіонах України.

Задачі дослідження: розглянуті особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод в зонах розміщення об'єктів нафтохімічного комплексу.

Об'єкт дослідження – вплив нафтохімічного комплексу на стан навколишнього природного середовища.

Предметом дослідження є оцінка особливостей забруднення нафтою та нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну на окремих регіонах України.

Методи дослідження. Аналіз просторово-часових закономірностей розподілу нафти і нафтопродуктів в окремих регіонах України. Результати досліджень узагальнені у вигляді таблиць и графіків, які побудовані з використанням програми Excel. Крім того, використовувалися методи статистичного та порівняльно-географічного аналізу інформації.

Результати дослідження, їх новизна, теоретичне та практичне значення. Районування території України за рівнем комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу показує, що дуже високим характеризуються Донецька і Луганська області. В більшості адміністративних областей України зафіксовані підвищені і високі рівні комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу. Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні просторово-часових закономірностей розподілу нафтопродуктів в окремих регіонах України. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання з метою вивчення просторово-часових закономірностей розподілу нафтопродуктів в окремих регіонах нафтохімічного забруднення.

Рекомендації щодо використання отриманих результатів роботи з зазначенням галузі застосування. Результати необхідно урахувати при оцінці екологічних ризиків в зонах розміщення об'єктів нафтохімічного забруднення України.

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань із 34 найменувань). Робота містить 5 рисунків, 19 таблиць. Загальний обсяг роботи – 100 сторінок.

Ключові слова: нафта, нафтопродукти, ґрунти, підземні води, забруднення.

SUMMARY

Features of contamination of petroleum products with soil and groundwater in the zone of active water exchange (on the example of certain regions of Ukraine). Aliyev Ramil Nazim ogli

Topic relevance. Analysis of the features of petrochemical contamination of soils and groundwater in the zone of active water exchange in certain regions of Ukraine is a topical topic.

Purpose of the work is to evaluate the features of contamination of oil and petroleum products of soil and groundwater in the zone of active water exchange in certain regions of Ukraine.

Research objectives. Features of contamination of petroleum products with soils and groundwater in the areas of the petrochemical complex facilities are considered.

Object of the study is the influence of the petrochemical complex on the state of the environment.

Subject of the study is the assessment of the features of pollution of oil and petroleum products of soil and groundwater in the zone of active water exchange in some regions of Ukraine

Research methods. Analysis of spatiotemporal patterns of distribution of oil and oil products in certain regions of Ukraine. The results of the research are summarized in the form of tables and graphs that are constructed using Excel. Methods of statistical and comparative-geographical analysis of information were also used.

Results of the study. The zoning of the territory of Ukraine by the level of complex regional ecological and geological risk of the objects of the petrochemical complex shows that the Donetsk and Lugansk regions are very high. In most administrative regions of Ukraine, high and high levels of complex regional ecological and geological risk of petrochemical complex objects are recorded. The scientific novelty of the obtained results is to identify the spatial-temporal patterns of distribution of petroleum products in certain regions of Ukraine. The practical significance of the obtained results lies in the possibility of their use in order to study the spatial and temporal patterns of the distribution of petroleum products in selected regions of petrochemical contamination.

Recommendations on the use of results of work with indication of the scope. SWOT analysis should be considered when assessing the environmental conditions of the city of Odessa and their potential impact on public health.

Structure and scope of work. It consists of an introduction, five chapters, conclusions, list of used literary sources (34 titles). The work contains 5 drawings, 19 tables. Total volume of work - 100 page.

Keywords: urban area, urban environment, environmental issues, SWOT analysis.

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1 ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ГРУНТІВ І ПІДЗЕМНИХ ВОД	14
2 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОХІМІЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ	34
3 ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА ГРУНТІВ НА ДІЛЯНКАХ НАФТОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	43
3.1 Загальні положення	43
3.2 Склад робіт з оцінки ризику забруднення підземних вод та грунтів.....	57
3.3 Вибір параметрів	66
4 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ І ПІДЗЕМНИХ ВОД	75
4.1 Розрахунок накопичення летких органічних компонентів у атмосферному повітрі внаслідок находження із забруднених ґрунтів.....	75
4.2 Розрахунок безпечного стану підземних вод і ґрунтів....	78
5 ОСНОВНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТІВ ТА ПІДЗЕМНИХ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ.....	84
ВИСНОВКИ	92
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	95
ДОДАТКИ	99

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БТЕК – бензол, толуол, етилбензол, ксилол

ВГ – водоносний горизонт

ВМ – важкі метали

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ГДК – гранично допустима концентрація

ГС – геологічне середовище

ЕГП – екзогенні геологічні процеси

ЗАВ – зони активного водообміну

ЗР – забруднююча речовина

ЛОК – леткі органічні компоненти

МБЕ – метил, бутил, ефір

НВМ – нижня вибухова межа

НП – нафтопродукти

НПП – нафта та нафтопродукти

НПС – навколишнє природне середовище

НХП – нафтохімічні продукти

НХК – нафтохімічні комплекси

ОДК – орієнтовано допустима концентрація

ПАВ – поліароматичні вуглеводні

ПВ – підземна вода

ПМА – промислово-міська агломерація

СНВ – сумарні нафтові вуглеводні

СРТР – сумарні розчинені тверді речовини

ТГС – техногенно-геологічні системи

ВСТУП

Нафтохімічний комплекс (НХК) України – це група підприємств з виробництва органічних і неорганічних продуктів на основі нафтових фракцій, природного газу і газів нафтопереробки (пункти прийому нафти, сировинні резервуарні парки, насосні і змішувальні станції, реагентне господарство, технологічні устаткування, парки проміжних продуктів, технологічні трубопроводи, товарні парки, очисні споруди, служби водо- і електропостачання тощо).

Нафтопереробна промисловість зосереджена в районах видобування нафти, в портових містах України, у Донбасі. Придніпров'ї. Прикарпатті та центральній частині України. Це нафтопереробні підприємства Одеси, Херсону, Бердянська. Кременчука, Лисичанську, Запоріжжя, Вінниці, Дрогобича. Борислава, Надвірної. На базі нафтопереробки, виробництва сажі, переробки привозного синтетичного та натурального каучуку розвивається нафтохімічна промисловість. Сировиною для нафтохімічних виробництв є сира нафта, газ. Нафтохімічні виробництва характеризуються великою кількістю технологій, оскільки в результаті їх діяльності отримується широкий спектр продуктів нафтохімії. Нафтохімічні виробництва характеризуються застосуванням широкого спектру технологій і великими обсягами забруднень навколишнього природного середовища (НПС) – велика кількість рідких відходів та стоків, забруднення атмосфери різноманітними забруднюючими речовинами (ЗР), твердими відходами (багатотоннажні відпрацьовані каталізатори). Галузі нафтохімічної промисловості значно забруднюють всі компоненти НПС – повітряний басейн, поверхневі і підземні води, ґрунтовий покрив, геологічне середовище (ГС) та біоту.

Ділянка нафтохімічного забруднення, тобто території, в межах якої встановлено вміст у ґрунтах або підземних водах нафти та нафтопродуктів (ННП) та супутніх їм забруднюючих речовин (ЗР) техногенного характеру, приурочені до нафтопереробних заводів, складів паливно-мастильних

матеріалів (ПММ), нафтопродуктопроводами, цивільних і військових аеродромів, автозаправними станціями тощо. Нафтохімічне забруднення - несприятливі зміни складу та властивостей підземних вод і ґрунтів внаслідок надходження до них ННП.

Джерелами забруднення ННП є: нафтодобувні і нафтопереробні підприємства (аварійні розливи нафти, бурової рідини, стічних вод), об'єкти зберігання та перерозподілу ННП (нафтобази, автозаправні станції). Причинами забруднення НПС найчастіше бувають аварійні витікання і розливи внаслідок несправності резервуарів зберігання, трубопроводів та ін.

Система магістральних нафтопроводів включає 19 нафтопроводів діаметром до 1220 мм, загальної протяжністю 3506,6 км, в одну нить - 4767 км. У місцях пошкодження труб на прилеглі території виливається велика кількість ННП. Викид 2 т ННП у випадку прориву нафтопроводу порушує близько 1000 м² земної поверхні. Крім того, у випадку забруднення поверхневих та підземних вод радіус зони забруднення збільшується в кілька разів. Аварії, зв'язані з залповими викидами ННП найбільш небезпечні, тому що вони просочується у ґрунт, потрапляє у поверхневі і підземні водні об'єкти, випаровується в атмосферу.

Військові аеродроми (авіабази), здебільшого колишні, розташовані на території України, майже без виключення, становлять суттєву екологічну небезпеку.

Джерелами нафтохімічного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод численні автозаправні станції (АЗС), розташовані во всіх регіонах України. Станом на початок 2018 р. в Україні налічувалося понад 9 тис. автозаправних станцій (АЗС) і приблизно 3 тис. газозаправних станцій.

Наявність численних і різноманітних інженерно-технологічних типів об'єктів НХК, які експлуатуються в різних природних умовах України, в значній мірі, само по собі є чинником екологічного ризику, тобто ймовірності несприятливих для довкілля наслідків будь-яких (навмисних або випадкових,

поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів.

Підвищений рівень екологічного ризику нафтохімічного забруднення на території України обумовлює: 1) перевага територій і ділянок з неглибоким заляганням рівнів ґрунтових вод (РГВ) і широким розвитком проникних піщаних відкладів в зоні аерації, а також карстових порід, тектонічних порушень у верхній зоні геологічного розрізу; 2) посилення взаємодії поверхневого і підземного стоку під впливом функціонування чисельних водозаборів, шахтного і кар'єрного водовідливу на родовищах корисних копалин із загальною площею дренажу близько 17 тис. км², в зонах впливу підпору - більше 27 тис. водосховищ і ставків площею 11730 км², тобто майже 2 % території України при сумарному обсязі води 57.8 км³; 3) широкий розвиток площ підтоплення з різким зниженням захисної здатності зони аерації (більше 2 млн. га) і активною інфільтрацією ЗР з поверхневого (ґрунтового) покриття.

Найбільш вразливими щодо забруднення ННП є ґрунтовий покрив і підземні води (ПВ) зони активного водообміну (ЗАВ).

ННП відносяться до числа найпоширеніших небезпечних (ЗР) у зв'язку з їх значним негативним впливом на біоту внаслідок здатності вуглеводнів створювати токсичні сполуки в ґрунтах поверхневих і ПВ зони активного водообміну. Забруднююча дія ННП може розрізнятися: 1) по часу дії – на короткострокову (аварійну) та довгострокову (хронічну); 2) за характером наслідків – великомасштабну та дрібномасштабну; 3) за ступенем дії – виражена (присутність на поверхні ґрунтових вод ННП у вільному стані), або невиражена (коли ННП знаходяться в розчиненому вигляді у воді, або розсіяні в порах ґрунту); 4) за видом об'єкту забрудненого природного середовища – проста, коли забруднені тільки породи зони аерації та перший від поверхні водоносний горизонт (ВГ) ґрунтових вод (ГВ), а також комплексна – коли формується забруднення як в ГВ, так і в більш глибоких ВГ міжпластових (артезіанських)

вод; 5) за місцем знаходження – коли забруднення ННП знаходиться в зоні дії на ПВ, які використовуються для господарсько-питного водопостачання, або коли забруднення ВГ господарсько-питного призначене відсутнє; 6) за якісними показниками ЗР – нафта, мастила, мастильні матеріали, смоли, мазут та ін.; 7) за способом виявлення – явне, коли забруднення визначається неозброєним оком в місцях виливів, колодязях, джерелах, та приховане, коли забруднення визначається тільки при проведенні комплексу геолого-пошукових робіт; 8) за можливістю та способом очищення – коли необхідно проводити повний комплекс робіт (відкачку, дренаж, біоочищення та ін.), або ж можливий один з методів очищення.

Актуальність теми. Забруднення ГВ на більшій частині території України відбувається внаслідок інфільтрації різноманітних стоків, внесення отрутохімікатів і агрохімкатів, витоку ННП тощо. Забруднення міжпластових ПВ носить локальний характер і залежить від техногенного навантаження на ГС та захищеності ПВ. Внаслідок концентрації місць захоронення відходів, обумовленої, у свою чергу, концентрацією промисловості та населення, спостерігається осередковий розвиток промислового забруднення ПВ. На території України станом на 01.01.2018 р. кількість облікованих площинних осередків забруднення ПВ становила 200. Найбільш забрудненою є промислова зона Донбасу, Західного Донбасу та Кривбасу (Луганська, Донецька, Дніпропетровська та Запорізька області) – 49 осередків забруднення (25%). ПВ в зоні впливу цих осередків забруднені ННП та іншими ЗР в кількостях, що в окремих випадках, у декілька разів перевищують норми ГДК. ПВ в зоні впливу цих осередків мають підвищену мінералізацію, загальну жорсткість, підвищений вміст нітратів, амонію, аміаку, ННП тощо. Найбільш забруднені перші від поверхні ВГ, які слабо, або зовсім незахищені від вертикальної міграції ННП та інших ЗР [1]. Тому аналіз особливостей нафтохімічного забруднення ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну окремих ділянок України є актуальною темою.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є оцінка особливостей забруднення нафтою та нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну на окремих ділянках нафтохімічного забруднення України. Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні задачі:

- розглянути особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод;
- дати оцінку еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу;
- визначити безпечний стан підземних вод та ґрунтів на ділянках нафтохімічного забруднення;
- дати оцінку еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу.

Об'єкт дослідження – вплив нафтохімічного комплексу на стан навколишнього природного середовища.

Предметом дослідження є оцінка особливостей забруднення нафтою та нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну на окремих ділянках нафтохімічного забруднення України.

Матеріали і методи дослідження. Аналіз просторово-часових закономірностей розподілу НПП на окремих ділянках нафтохімічного забруднення України. Результати досліджень узагальнені у вигляді таблиць и графіків, які побудовані з використанням програми Excel. Крім того, використовувалися методи статистичного та порівняльно-географічного аналізу інформації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні просторово-часових закономірностей розподілу НПП на окремих ділянках нафтохімічного забруднення України.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування результатів вивчення просторово-часових закономірностей

НПП на окремих ділянках нафтохімічного забруднення України як окремого фактору екологічної безпеки цих регіонів.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи магістерської роботи – від збору, узагальнення і обробки інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження магістерської роботи доповідалися та обговорювалися на III Всеукраїнському пленері з питань природничих наук. (Одеса, ОДЕКУ, 20-22 червня 2019).

Публікації. За темою магістерської роботи опубліковані тези наукової доповіді.

Структура та обсяг роботи. Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (34 найменування). Робота містить 19 таблиць, 5 рисунків. Загальний обсяг роботи - 100 сторінок.

1 ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ГРУНТІВ І ПІДЗЕМНИХ ВОД

Нафта і нафтопродукти відносяться до числа самих небезпечних і поширених полютантів НПС. Найбільшого впливу від нафтохімічного забруднення зазнають поверхневі і підземні води ЗАВ у зв'язку із значною близькістю гідрогеоміграційних параметрів, а також ряду фізико-хімічних властивостей води і НПП в системі флюїд-мінеральний скелет ґрунту.

Визначення рівня забруднення ґрунту необхідне для вирішення питання про доцільність проведення спеціальних робіт по санації ґрунту. Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається рівень, який перевищує межу потенціалу самоочищення. В західних країнах прийнято вважати верхнім рівнем безпеки вміст нафтопродуктів в ґрунті не більший ніж 1-3 г/кг; початок серйозного екологічного збитку – при вмісті 20 г/кг і вище. Для Татарстану (Росія) гранично допустима концентрація (ГДК) нафтопродуктів у ґрунті складає 1,5 г/кг, що відповідає транслокаційному (фіто-аккумуляційному) показнику шкідливості. При цьому були визначені міграційний ввідний (13,1 г/кг), міграційний повітряний (більше ніж 5 г/кг) і загально-санітарний (більше ніж 5 г/кг) показники шкідливості. Показники шкідливості встановлені для найбільш токсичної сірчистої нафти карбонових відкладів. В Україні ГДК НП її переробки в ґрунті не визначені, існує лише посилення на орієнтовно допустиму концентрацію (0,2 мг/кг) в [2]. Але цей показник явно завищений, тому що геохімічний фон вмісту вуглеводнів нафти в ґрунті в європейських країнах коливається в межах 0,01-0,5 г/кг, а в крупних містах України досить звичні показники 1-3 г/кг. На територіях, прилеглих до підприємств переробки та видобування нафти, фон досягає 6 г/кг. У РД 41-5804046-200-91 [3] визначена ГДК для ґрунту – 4 г/кг. Вважається, що слабке забруднення може бути ліквідовано в процесі самоочищення ґрунту в найближчі 2-3 роки, середнє – протягом 4-5 років. Початком серйозних екологічних втрат є забруднення ґранту нафтою в

концентраціях, що перевищують 13 г/кг, оскільки при цих концентраціях починається міграція НП в ґрунтові води, істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі [4].

За даними фахівців, абсолютна більшість (89-96%) аварійних розливів ННП викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів. На трасах трубопроводів ширина зони руйнування природи змінюється від 40 до 400 м для однієї магістральної нитки. При ліквідації наслідків аварій на трубопроводах часто використовуються прийоми, які ще більше посилюють екологічну ситуацію. В даний час основним способом ліквідації нафтових розливів на місцевості є їх механічний збір, у ряді випадків з використанням сорбентів, з подальшим випалюванням чи похованням залишків шляхом відсипання піском або торфом. При цьому місцевість забруднюється токсичними і канцерогенними продуктами горіння.

Ґрунти вважаються забрудненими в тому випадку, коли вміст ННП в них досягає такої концентрації, при якій: 1) порушується екологічна рівновага; 2) відбуваються локальні зміни в навколишній екосистемі; 3) знижується продуктивний ріст рослинності; 4) знижується родючість ґрунтів; 4) виникає загроза забруднення поверхневих та підземних вод в результаті вимивання нафтопродуктів з ґрунту і їх розчинення у воді [4].

Загальну оцінку ступеня забруднення ґрунтового покриву можна проводити за критеріями, які запропоновані Б.В. Виноградов та ін. [5] та виділяти слабо-, середньо- і сильно забруднені ґрунти. У слабо забруднених ґрунтах вміст ЗР не перевищує ГДК, чи фонове значення. У середньо забруднених - перевищення ГДК (фону) незначне і не приводить до істотних змін властивостей ґрунтів. У сильно забруднених ґрунтах вміст ЗР у кілька разів перевищує ГДК (фон), що істотно позначається як на властивостях ґрунтів, так і на якості сільськогосподарської продукції. Іноді проводять оцінку за ступенем забруднення окремими ЗР (важкими металами, бенз(а)піреном, нафтопродуктами і т. д.). Для випадків, коли на ЗР немає

ГДК, визначення ступеня забруднення проводиться в порівнянні з фоновими чи кларковими значеннями.

Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається рівень, що перевищує межу потенціалу самоочищення. У закордонних країнах прийнято вважати верхнім безпечним рівнем (H) вміст НП у ґрунті 1-3 г/кг; початок серйозної екологічної шкоди (K) – при вмісті 20 г/кг і вище.

Залишковий вміст ННП в ґрунті (% от маси) складають: для зоні екологічної норми відповідають (H) < 1 ; зоні екологічного ризику (P) 1-5; зоні екологічної кризи (K) 5-10; зоні екологічного лиха (L) > 10 .

Забруднення ґрунтів НП тягне порушення повітряного режиму та водних властивостей ґрунтів. При закупорюванні капілярів ґрунтів НП порушується аерація і створюються анаеробні умови в ґрунтових процесах. Відзначається зміна і в живих мікроорганізмах що населяють ґрунт, знижується чисельність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів і бактерій, які засвоюють сполуки азоту. Відбувається пригнічення окисно-відновних ферментативних процесів, що в кінцевому рахунку знижує біологічну активність і родючість ґрунтів. При забрудненні НП ґрунтового покриву може збільшуватися вміст органічного вуглецю і бітумінозних компонентів по всьому ґрунтовому профілю (нафта містить близько 85% вуглецю). Шкідливий вплив НП відзначається для багатьох видів ґрунтів, а процеси самоочищення протікають повільно [7].

Забруднення ГС нафтопродуктами є глобальною екологічною проблемою, і особливу небезпеку становить для ПВ зони активного водообміну, які складають біля 30% у забезпеченні питного водопостачання. НП – широко розповсюджені ЗР, для яких гранично допустимі концентрації (ГДК) на 1-2 порядки нижче їх розчинності. У зв'язку з цим потрапляння НП у ВГ робить непридатними для споживання великі об'єми питної води. Забруднення ПВ нафтопродуктами відмічається у ряді міст України, зокрема, Херсоні, Луганську, Кременчуці, Луцьку, Узині та ін. Поблизу 128 великих водозаборів (сумарні експлуатаційні запаси – 3,8 млн. м³/добу)

розташовані об'єкти нафтопродуктозабезпечення, які є діючими або потенційними джерелами забруднення. Основні форми надходження нафтопродуктів у ГС: 1) у стані рідини в результаті експлуатаційних втрат чи аварійних розливів в процесі їх переробки, збереження, транспортування і споживання; 2) у розчиненому та емульгованому стані, наприклад, зі стічними водами. Надходячи в ГС у розчиненому та емульгованому стані, НП мігрують згідно законів фільтрації води. Надходячи в ГС у рідкому стані, НП мігрують як рідина, що не змішується з водою. Якщо надходження НП не перевищує утримуючу здатність ґрунту, він залишається в зоні аерації і подальша його міграція можлива шляхом розчинення в інфільтраційній воді. Якщо надходження НП перевищує утримуючу здатність ґрунту, він досягає ґрунтового ВГ, формуючи на водній поверхні лінзу. Окремі вуглеводні здатні звітрюватись, формуючи газову оболонку над лінзою і надалі з інфільтрацією потрапляти в ГВ, інші розчиняються в ПВ і переноситись водним потоком. Процеси сорбції і деструкції уповільнюють швидкість міграції НП у ГС, однак не можуть вважатись способом природного самоочищення ПВ [7].

Нафтопродукти та інші органічні компоненти відносяться до санітарно-хімічних показників безпечності та якості питної води; нормативи для водопровідної води складають $\leq 0,1$ мг/дм³, для фасованої води, з пунктів розливу та бюветів $\leq 0,01$ мг/дм³ [8, 9]. При таких жорстких вимогах до вмісту НП можна припускати, що вони створюють значну шкоду при попаданні в природні водні об'єкти навіть в невеликих кількостях.

Наприклад 1 дм³ бензину при повному розчиненні здатний забруднити до неприпустимих концентрацій близько 8 тис. м³ підземних вод. Після ліквідації джерела забруднення і відкачування рідких скупчень нафти і НП залишкова їх насиченість, з урахуванням їх обмеженої розчинності, забезпечує тривале - на десятки, а то і більше років - забруднення поверхневих і підземних вод на великих площах.

Зарегульованість стоку більшості річок України знижує їх здатність до самоочищення і сприяє акумуляції ЗР (у т. ч. ННП) в донних відкладах і у гідробіонтах.

Багато регіонів України характеризуються високим рівнем розвитку інфраструктури виробництва, транспортування, переробки, зберігання і споживання нафти та нафтопродуктів. Домінування у структурі промислового комплексу країни гірничодобувної, хімічної, металургійної та інших енергоємних галузей виробництва зумовили високий рівень використання нафтогазової сировини.

Серед головних чинників нафтохімічного забруднення (несприятливих змін складу та властивостей ґрунтів і ПВ внаслідок надходження до них ННП) докiлля, що мають як систематичний, так і аварійний характер, є надзвичайно розвинута мережа транзитних та внутрішньодержавних нафтопродуктопроводів (більше 6 тис. км), а також численні місця видобутку, складування та перевалки ННП (більше 300 об'єктів). Тільки внаслідок аварій на нафтопродуктопроводах щорічно виливаються сотні т ННП, які забруднюють ґрунти, поверхневі та підземні води. За оцінками вітчизняних і зарубіжних фахівців загальні втрати ННП можуть досягати 2% від їх загального споживання.

При видобуванні, транспортуванні, переробці і зберіганні ННП відбувається забруднення НПС. Негативні наслідки забруднення цими органічними речовинами як наслідок забруднюють усю екосистему, в тому числі і ґрунт. Як правило, родючість ґрунту, забрудненого ННП, значно понижується та потребує рекультивації. Ґрунти, забруднені ННП, відносяться до відходів які є небезпечними для НПС. Однією із основних екологічних проблем паливо-енергетичних підприємств є аварії на нафтопроводах та при перевезенні ННП різними видами транспорту. При транспортуванні нафти трубопроводами середня дальність перекачування нафти складає біля 1500 км. Нафта транспортується по трубопроводах діаметром 300-1200 мм, схильних до корозії, відкладення смол і парафінів усередині труб, що сприяє

їх пошкодженню. Останніми роками почастишали також аварії на трубопроводах у зв'язку з несанкціонованими врізаннями в нафто- і продуктопроводи з метою розкрадання НП і, як наслідок, аварійні локальні забруднення ґрунту площею 1-2 га і об'ємом забруднення ґрунтового покриву від 3000 до 10000 м³ з вмістом НП від 100 до 400 г/кг. Подібні аварії частіше трапляються у регіонах, де розташовані магістральні трубопроводи та густота мереж трубопровідного транспорту найбільша. Це, насамперед, західні області України, а також Полтавська та Луганська області. Вказані аварії призводять до забруднення земель, водних об'єктів, а подекуди спричиняють і загибель тваринного та рослинного світу.

В масштабах України при аварійних ситуаціях щорічні втрати ННП складають приблизно 1000 т. При цьому спостерігається тенденція до збільшення числа аварій і зростання втрат ННП в результаті комплексного впливу техногенних порушень інженерно-гідрогеологічних умов (активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів підтоплення, карсту і ін.) і зносу устаткування.

Одноразові забруднення, пов'язані з аварійними розливами ННП, створюють переважний вплив на поверхневі води в результаті їх прискореного розтікання і швидкого змиву в річкову мережу, у меншій мірі при цьому забруднюється підземний ВГ. Це зв'язано з тим, що ННП, що проникли в результаті разової аварії в підземні води, утворюють «інфільтраційну лінзу» забруднення діаметром до декількох десятків метрів, яке у відносно короткий час стабілізує свою форму і в подальшому мало змінюється.

Найбільшу загрозу для поверхневих і підземних вод представляють систематичні витoki ННП при їх виробництві, зберіганні і використанні. Саме вони обумовлюють формування виявлених джерел забруднення ПВ (більше 100).

Систематичні втрати на локальних об'єктах НХК більші за площею і довготриваліші в часі, внаслідок чого створюють несприятливі екологічні наслідки.

За даними Мінекоресурсів України, Інституту геологічних наук НАН України і Держкомгеології України загальна площа встановлених приблизно 100 джерел нафтогідрогеохімічного забруднення складає близько 24.3 тис. га (243 км²); орієнтовна кількість накопичених НП в 50% джерел забруднення оцінюється в 454.4 тис. т.

Таким чином, можна допустити, що в місцях слабкої захищеності ґрунтових вод від забруднення (перевага в георозрізі зони аерації піщаних і супіщаних ґрунтів), об'єкти НХК обумовлюють формування значного числа стійких розосереджених нафтогідрогеохімічних забруднень ЗАВ, а в цілому ми маємо справу з новим могутнім чинником техногенного перетворення гідрохімічних умов підземної гідросфери.

Якщо врахувати переважну гідрогеоміграцію НХК у верхній зоні ґрунтового ВГ, то стає очевидним ризик стійкого регіонального забруднення поверхневих водоймищ в зонах розвантаження ГВ. Цьому неабиякою мірою сприяє висока водоемність багатьох об'єктів НХК і їх розташування в берегових зонах основних річкових систем України - Дніпра, Сіверського Донця, Дністра і ін.

Нафта і нафтопродукти є гідрофобними речовинами. Частина ННП розміщується у виді лінзи на поверхні ґрунтових вод (товщиною від декількох см до 1-2 м і більше). Так, на місцях колишніх військових аеродромів спостерігається не тільки нафтове забруднення, але й видобуток НП. Друга частина НП знаходиться нижче фазовідособленої частини (лінзи) і за її межами утворює з водою двофазну суміш у виді емульсії. Нарешті, найбільш розчинні нафтові вуглеводні (в основному арени) утворюють з водою розчин. Розміри площ, які зайняті емульсованими й водорозчинними нафтовими вуглеводнями у багато разів ($n \cdot 10$) більші за площі, що зайняті НП у вигляді лінзи. Джерелами нафтового забруднення є: нафтодобувні і

нафтопереробні підприємства (аварійні розливи нафти, бурової рідини, стічних вод), об'єкти зберігання та перерозподілу ННП (нафтобази, автозаправні станції). Причинами забруднення геологічного середовища (ГС) найчастіше бувають аварійні витікання і розливи внаслідок несправності резервуарів зберігання, трубопроводів та ін.

Військові аеродроми (авіабази), здебільшого колишні, розташовані на території України, майже без виключення, становлять суттєву екологічну небезпеку. Їх активна експлуатація, що, по суті, припинилася з розпадом Радянського Союзу, спричинила значне техногенне навантаження на довкілля, зокрема на ГС. З поміж широкого спектру забруднення, що завдавали дані об'єкти, за своїми масштабами та небезпекою виділяється нафтохімічне. Значні обсяги використання авіаційного гасу та його жваві оберти на складах зберігання, призводили до різного виду втрат та виливів. Систематичне надходження НП до ГС призвели до формування осередків забруднення площею до десятків гектар. Серцевиною забруднення, як правило, виступають техногенні лінзи НП, що формуються на рівні ГВ, і являють собою основну загрозу НПС. Планування природовідновлювальних заходів на ділянках розповсюдження нафтохімічного забруднення потребує досконального вивчення умов його знаходження у ГС в кожному конкретному випадку. Проведення еколого-геологічних досліджень забруднених територій повинно вирішувати комплекс задач пов'язаних з міграцією ЗР у ПВ та у відкладах зони аерації. Незважаючи на актуальність проблеми забруднення ГС нафтопродуктами, залишається недостатньо вивченим вплив гідрогеологічних умов забруднених територій, зокрема рівневого режиму ГВ, на процеси формування шару мобільних НП, їх знаходження у ГС та подальше переміщення.

Прикладом є забруднення НП урочища Сухий Яр (околиця м. Умань Черкаської області) знаходиться територія колишнього військового аеродрому, негативні наслідки діяльності якого активно проявляються у даний час. Прояви забруднення урочища Сухий Яр авіаційним гасом вперше

спостерігалися у 1980-х роках. На протязі 1988 р. у верхів'ї урочища фіксувався витік НП на поверхню струмка. Силами військової частини проводились роботи по вилученню НП з, обладнаних у верхів'ї урочища, траншей. Джерелом забруднення являвся склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ) військового аеродрому, який з того моменту був виведений з експлуатації. Після 160 описаних подій відбулася стабілізація екологічного стану урочища, скарг на який не надходило до останнього часу. Восени 2007 р. у верхів'ї урочища, біля джерел ГВ, знову почали діяти техногенні «джерела» авіаційного гасу. На поверхні струмка сформувалася плівка нафтопродуктів, якими наситився поверхневий шар ґрунтів вздовж струмка та особливо у районі «джерел». У зв'язку з надзвичайною екологічною ситуацією, у липні 2008 р. було проведено еколого-геологічне обстеження території колишнього військового аеродрому [10].

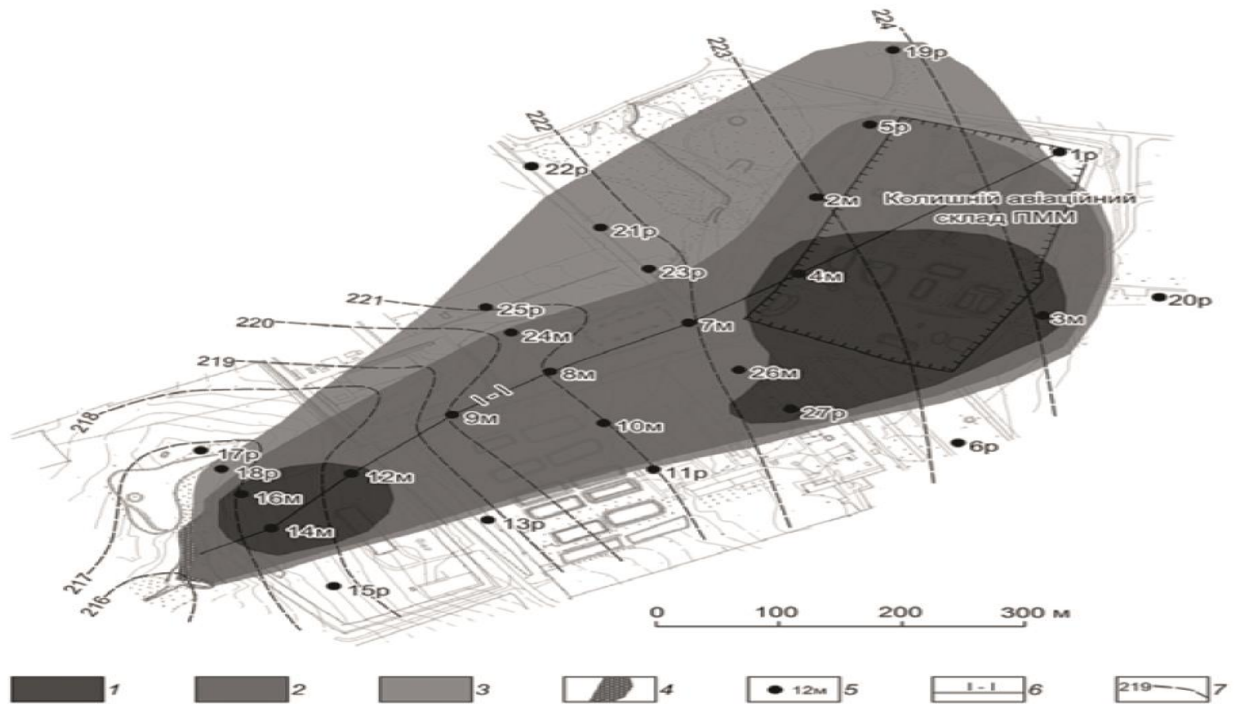
Роботи проводилися відповідно до «Методики обстеження еколого-геологічного стану військових об'єктів» [11]. В процесі обстеження вирішувався комплекс задач, основними серед яких були: визначення джерел забруднення ГС нафтопродуктами, встановлення та оконтурення основних осередків забруднення геологічного середовища, визначення шляхів надходження авіаційного гасу до урочища Сухий Яр, облаштування сітки моніторингових свердловин на забрудненій території. В процесі робіт була обстежена територія верхів'я урочища Сухий Яр та прилягаюча територія військових об'єктів, що зазнала забруднення. Верхня частина геологічного розрізу території, де відбувається розповсюдження забруднення, складена четвертинними відкладами, що представлені шаруватою суглинистою товщею. Її потужність збільшується від річкових долин до водорозділів. На території складу паливно-мастильних матеріалів потужність четвертинних відкладів перевищує 12 м. В напрямку урочища Сухий Яр вона зменшується до 6.6-7.8 м. Підстилаються четвертинні відклади товщею неоген-четвертинних глин.

В товщі четвертинних суглинків сформований перший від поверхні ґрунтовий водоносний горизонт. Живлення ҐВ відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Нижнім водотривом служить товща неоген-четвертинних глин, що підстилає четвертинні відклади. Переважаючим напрямком руху ґрунтових вод є південно-східний, в бік основної дрени території р. Уманки, що співпадає з напрямком нахилу поверхні території. Глибини залягання ҐВ на території складу ПММ становлять біля 8 м. В напрямку урочища Сухий Яр вони зменшуються до відміток 2.25 м. У верхів'ї урочища ґрунтові води виходять на поверхню у вигляді джерел, що дають початок струмку. Склад ПММ, експлуатація якого призвела до формування ҐС нафтопродуктами, функціонував з післявоєнних років до описаних подій 1980-х років. Він розташований на відстані близько 700 м у північно-західному напрямку від місця просочування НП. Для зберігання НП використовувались металеві резервуари об'ємом від 25 до 60 м³. Загальна ємність складу становила біля 3 тис. м³. На початку 1980-тих років проведено розширення складу. Були споруджені три стаціонарних резервуари ємністю 1 тис. м³ кожен. За загальною ємністю складу (біля 6 тис. м³) та обігом НП він відносився до досить крупних об'єктів. Втрати авіаційного гасу на складі, що оцінювалась військовою частиною в зв'язку з подіями 1988 р., становили 480 т. За даними дефектоскопії резервуарів джерелом втрат був один з резервуарів місткістю 1 тис. м³. Але, як показує практика досліджень, подібна офіційна інформація про кількість втрачених нафтопродуктів в більшості випадків значно занижена. Вірогідно, що виливи НП відбувалися на протязі всього терміну експлуатації складу ПММ по всій його площі. В результаті потрапляння НП у ҐС відбувалася їх міграція через відклади зони аерації як рідин, що не змішуються з водою. При цьому вони зазнають впливу фізико-хімічних процесів (випаровування, розчинення та емульгування, сорбції та деструкції), проходження яких визначається як властивостями НП, так і геолого-гідрогеологічними умовами території забруднення. Після досягнення рідкими НП рівня ҐВ,

який являється бар'єром для їх подальшого просування [12], відбувалося формування шару мобільних НП. На момент проведення еколого-геологічного обстеження (липень 2008 р.) потужність шару авіаційного гасу на ділянці складу паливно-мастильних матеріалів в моніторингових свердловинах складала 0,63-1,07 м, при глибинах залягання 6,4-7,4 м. Вміщуються НП в легких суглинках бузького горизонту та у середніх суглинках кайдацького горизонту (рис. 1.1, 1.2).

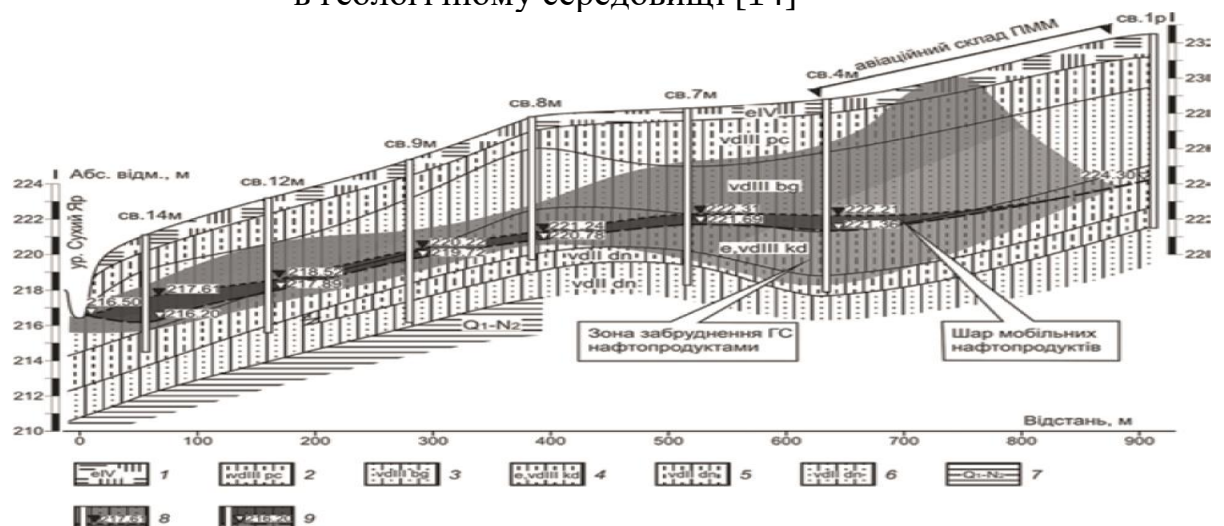
Забруднення порід НП спостерігається і нижче зафіксованого РГВ, на глибину до 3 м. Забрудненими є суглинки кайдацького горизонту та середні суглинки дніпровського горизонту. При цьому, інтенсивне забруднення відкладів, що супроводжується зміною їх кольору, фіксується на глибині 0,4-0,5 м від зафіксованого рівня ГВ у моніторингових свердловинах. Це свідчить про присутність на даних глибинах шару НП у минулому, що може бути обумовлено, як його більшою потужністю, в певний період формування забруднення, чи зниженням РГВ в результаті сезонних та багаторічних коливань.

Походження лінзи НП від одного джерела забруднення підтверджується дослідженнями зразків НП, відібраних у верхній та нижній частинах лінзи (на ділянці складу ПММ та у верхів'ї урочища Сухий Яр). Результати фракційного та структурно-групового складу НП, отримані ДП УНДІНПП «МАСМА», показують їх практичну ідентичність між собою та відповідність авіаційному гасу ТС-1, з незначною присутністю продуктів окислення вуглеводнів у пробі, що відібрана в нижній частині лінзи. Отримані дані свідчать, що джерелом надходження забруднення до ГС є склад склад ПММ, від території якого відбулося подальше розповсюдження НП. Розповсюдження шару НП, від ділянки його формування (складу ПММ), відбувалося відповідно до гідродинамічних умов ґрунтового ВГ.



Потужність шару мобільних нафтопродуктів: 1 – >1 м; 2 – 1-0 м; 3 – зона забруднених ґрунтів; 4 – місце просочування нафтопродуктів у верхів'ї ур. Сухий Яр; 5 – моніторингові та розвідувальні свердловини; 6 – лінія геолого-гідрогеологічного розрізу; 7 – п'єзоізогіпси ґрунтового водоносного горизонту станом на липень 2008 р.

Рис. 1.1– Схема розповсюдження забруднення нафтопродуктами в геологічному середовищі [14]



1 – ґрунтово-рослинний шар; 2 – лесовидні середні суглинки причорноморського горизонту;
3 – лесовидні легкі суглинки бузького горизонту; 4 – лесовидні середні суглинки кайдацького горизонту; 5 – лесовидні середні суглинки дніпровського горизонту; 6 – лесовидні легкі суглинки дніпровського горизонту; 7 – неоген-четвертинні глини; 8 – абсолютна відмітка границі розділу «повітря – нафтопродукти» в свердловині; 9 – абсолютна відмітка границі розділу «нафтопродукти – вода» в свердловині.

Рис. 1.2 – Геолого-гідрогеологічний розріз по лінії [14]

Лінза НП поширена в південно-східному напрямку, що відповідає зниженню поверхні ГВ. Шар НП зміщувався вниз за потоком ґрунтовим вод смугою, ширина якої звужується від 300 м до 150 м. Дана конфігурація зумовлена характером зміни рівневої поверхні ГВ, яка в значній мірі визначається впливом балки, що просліджується практично від складу ПММ і переходить у урочище Сухий Яр. В результаті горизонтальної фільтрації НП поширились від джерела забруднення на відстань більше 700 м та досягли верхів'я урочища Сухий Яр. Станом на 2008 р. НП просліджувалися суцільним шаром від складу паливномастильних матеріалів до верхів'я урочища. Потужність шару НП на шляху його фільтрації досить витримана, та складає 0.5- -0.6 м, збільшуючись у верхній та нижній частинах лінзи (на складі ПММ та перед ділянкою дренажування) до значень 1.15-1.4 м. За результатами картування площа поширення лінзи мобільного авіаційного гасу складає біля 19.5 га. Площа лінзи з потужністю шару НП більше 1.0 м становить більше 6.5 га. Площа забруднених ґрунтів становить біля 30 га. Вміст авіаційного гасу на площі лінзи з різною потужністю розрахований за допомогою програми LNAST [13] наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1– Розподіл авіаційного гасу на площі лінзи з різною потужністю мобільних нафтопродуктів

Формування лінзи авіаційного гасу	В лёгких суглинках (vdIII bg)		В средних суглинках (e, vdIII kd)		Всього
Потужність лінзи, м	> 1.0	< 1.0	> 1.0	< 1.0	
Площа лінзи, м ²	26405	43993	39320	83721	193439
Об'єм гасу у ґрунтах, м ³	1452	393	2200	1151	5196

Згідно наведених оцінок загальна кількість НП у лінзі перевищує 5 тис. м³. Дані розрахунки є досить орієнтовними і не включають багатьох факторів знаходження мобільних НП у ГС та базуються на визначенні потужності їх шару по даним моніторингових свердловин.

Можна стверджувати, що вперше НП досягли верхів'я урочища Сухий Яр у 1988 р., що призвело до їх дренажування. Виходячи з цього, термін за який мобільні нафтопродукти подолали відстань 700 м, не перевищує 30-40

років. Припинення дренажу авіаційного гасу ні в якій мірі не свідчило про очищення ГС. В даному випадку слід говорити, що забруднення ГС перейшло у стадію «прихованого», і це пов'язано з особливостями гідрогеологічних умов території, зокрема, положенням рівня ГВ на площі забруднення. Можна припустити, що припинення дренажу гасу в урочищі було обумовлено підняттям РГВ внаслідок дії природних чи техногенних факторів. Необхідно зазначити, що в таких випадках ГВ, що дренажуються у вигляді джерел, залишаються забрудненими розчиненими та, можливо, емульгованими НП. Причиною відновлення надходження авіаційного гасу до урочища восени 2007 р., вірогідно, виступає зниження рівня ГВ внаслідок зміни дії формуючих його факторів. Подібне явище спостерігалось в процесі наших досліджень на території військового аеродрому м. Луцьк, де в 1996-1997 роках був зафіксований шар легких НП потужністю 1-2 м (по даним спостережних свердловин). В результаті різкого підйому рівня ГВ, що стався у 1998-1999 роках, у свердловинах фіксувалася плівка НП. Пізніше шар НП в свердловинах з'явився знову, що корелювалося процесом зниження рівня ГВ. Також нами проведена серія лабораторних експериментів [12], за результатами яких підтверджена можливість захоплення шару НП внаслідок коливання рівня ГВ. В лабораторних умовах були вивчені зміни потужності мобільної фази НП. Встановлено, що при 164 підйомі рівня ґрунтових вод, після накопичення на ньому шару НП, вони захоплюються та утримуються ґрунтом. Кількість утримуваних НП залежить від швидкості підйому. При зниженні РГВ відбувається віддача (вивільнення) НВ та їх повторне накопичення на рівні ґрунтових вод. Очевидно, що процеси коливання ГВ впливають на визначення положення шару НП у ГС. Тому при дослідженнях осередків забруднення НП особливу роль відіграє моніторинг за станом РГВ, положення якого суттєво впливає на оцінку об'ємів та стану забруднення.

Таким чином, можна зробити висновок, що, ймовірно, процес повторного вивільнення НП призвів до сучасного забруднення урочища

Сухий Яр. Дренування авіаційного гасу у верхів'ї урочища Сухий Яр може продовжуватись, періодично припиняючись та відновлюючись, поки не буде ліквідовано чи локалізовано шар НП у ГС. Актуальним залишається дослідження режиму ГВ в районі виявленого забруднення поблизу урочища Сухий Яр. Проведення моніторингових спостережень за РГВ та НП повинно дати відповідь на питання впливу режиму ГВ на знаходження та переміщення мобільного авіаційного гасу в ГС [14].

Джерелами нафтохімічного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод численні автозаправні станції (АЗС), розташовані во всіх регіонах України.

Г.М. Франчуком, М.М. Радомської [15] дана оцінювання забруднення ґрунтів НП на ділянках розміщення 22 автозаправних станцій (АЗС) на території Деснянського та Дніпровського районів Києва. АЗС розміщені вздовж основних автошляхів з інтенсивним рухом протягом дня, що зумовлює активне використання послуг АЗС. На відстані 50-100 м від АЗС та 0,5 м від бровки дороги було відібрано фонові проби (загалом на 11 об'єктах дослідження). Для отримання різнобічної оцінки рівня забруднення НП під впливом діяльності АЗС отриманні результати були порівняні з ОДК, яке ви користується згідно до РД 41-5804046-200-91, а також відповідна до меж, запропонованих в роботах В.І. Соловйова та ін. [16, 17]. Приклад отриманих оцінок наведено в таблиці для АЗС, розміщених по вул. Братиславська Дніпровського району Києва.

Як бачимо з даних, наведених в табл. 2.2 порівняно з ОДК рівень забруднення ґрунтів НП становить від 0,6 до 5,3 частки, що свідчить про високий рівень забруднення.

12% проаналізованих проб належить до незабруднених, 21% - до слабкозабруднених, 47% - до середньозабруднених, а решта – до сильнозабруднених слабкозабруднених [17]. Відмінність між фоновим значенням і вмістом НП у просторово найближчій пробі становить 15-44%.

Таблиця 1.2 – Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами

Номер проби	Масова частка НП, мг/кг	Рівень забруднення в частках ОДК	Рівень забруднення ґрунтів за В.І. Соловйовим
1	3765	0,93	Незабруднені
2	3149	0,78	Незабруднені
3	4223	1,05	Незабруднені
4	3017	0,75	Незабруднені
5	7490,6	1,87	Слабкозабруднені
6	7683	1,92	Слабкозабруднені
7	8816	2,20	Слабкозабруднені
8	7088	1,77	Слабкозабруднені
9	10014,6	2,50	Слабкозабруднені
10	11234	2,80	Слабкозабруднені
11	11166	2,79	Слабкозабруднені
12	11187	2,79	Слабкозабруднені
13	10563	2,64	Слабкозабруднені

В методичних рекомендаціях по гідрогеологічних дослідженнях забруднених територій, які використовувалися в колишньому СРСР, можна було знайти згадку про нафтове забруднення, але, як правило, тільки у зв'язку із міграцією розчинених у воді ВВ. Цікаво, що та ж тенденція зберігалася в Україні, принаймні, до середини 1990-х років. Доказом тому може бути «Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических исследований на территории Украины», затверджене НТР Держкомгеології України в 1994 р. [18, 19].

У цьому інструктивному документі [18] нафтохімічне забруднення ГС визначається як «недостатньо вивчений техногенний процес» і, начебто в підтвердження цього, у Додатку 1, що вміщує характеристику основних забруднюючих речовин, наведено збіднений, а місцями досить спірний опис процесу розповсюдження в ГС нафтопродуктів. Зокрема, центральне місце в схемі осередку забруднення водоносного горизонту займає пляма нафтової плівки, оточена поясами «емульсії води в нафті», а далі за потоком – «нафти у воді». Третя зовнішня частина осередку являє собою зону розповсюдження розчинених у воді ВВ

Джерела забруднення поділяються за ступенем обумовленого ними забруднення ПВ: 1) помірного забруднення від фонових – фон - 1 ГДК;

2) джерела значного забруднення -1-10 ГДК; 3) джерела екстремального забруднення - *більше 100 ГДК* [20].

Оскільки швидкість руху забруднювача за схемою конвективного перенесення визначається швидкістю руху води, видається досить обґрунтованою рекомендація [21] першочергово звертати увагу на рух емульсованих і розчинених у воді ВВ, розповсюдження яких, за їхньою думкою, настільки ж небезпечніше пересування однофазної рідини, наскільки площа її поширення менше площі розповсюдження розчинених у воді ВВ. Ця думка, можливо, і знайшла своє відображення як у роботі [18], так і в інших подібних методичних керівництвах з проектування спостережної мережі, відбору проб, проведення прогнозних розрахунків і навіть виконання ліквідаційних робіт. Слід відмітити, що при такому погляді на проблему фактично виключається та частина легких НП, які мають густину, що менша за густину води, формує у верхній частині насиченої зони ГС локальне утворення, відоме під назвою «лінза», яка здатна рухатись під впливом власного градієнта напорів у горизонтальному напрямку. Дійсно, легкі НП як рідина за швидкістю течії суттєво поступається воді, яка переносить забруднювач, але небезпека його розповсюдження в такому вигляді зумовлена такими чинниками:

- більшу частину відстані від джерела забруднення до об'єкта, що потребує захисту, легкі НП-рідина може подолати в прихованій формі, тому швидкість міграції не має значення, а коли забруднення проявить себе в місцях височування на денну поверхню або на початку дренажування легкі НП-рідина в річку чи колодязь, період прихованого поширення лінзи закінчується і одразу виникає надзвичайна ситуація;

- в процесі тривалого переміщення лінзи у напрямку фільтраційного потоку в результаті вертикального коливання поверхні ґрунтових вод відбувається періодичне заповнення легкими НП рідиною вільного від води порового простору вище і нижче середнього рівня ґрунтових вод, при цьому частина рідкого легкого НП втрачає мобільність і перетворюється в

забруднювач, який досить важко вилучити фізичними методами; у такий спосіб формуються вторинні джерела забруднення ґрунтових вод тривалої дії. Крім цього, привертає увагу до нафтопродуктової лінзи те, що саме в ній зосереджена основна маса мобільного легкого НП, який вилучають із забрудненого ГС з можливістю його повторного практичного використання. Цей факт є визначальним для розуміння особливостей моніторингу і ремедіації забруднених нафтопродуктами ділянок в Україні. Прикладом одного з перших масштабних проявів нафтопродуктового забруднення ГС в Україні є забруднення Херсонського водозабору. До 1982 р. наявність локальних осередків забруднення ґрунтових вод і верхньої частини ґрунтової товщі відмічалася лише в межах майданчику Херсонського нафтопереробного заводу (ХНПЗ). За 10 років розчинені ВВ потрапили у водоносні горизонти і спрямувалися до центра депресійної воронки, що утворилася під дією водозабірних свердловин. У 1994–1996 рр. німецькою фірмою GESCO проведені ремедіаційні заходи із очищення забруднених ґрунтів і підземних вод у межах майданчику заводу. У 2000–2002 рр. ліквідаційні роботи продовжувала Південно-Українська ГПП. В результаті проведення заходів із зменшення втрат НП і вилучення рідких НП з водоносних горизонтів якість підземних вод на території м. Херсон дещо покращилася [22]. Проте це покращання могло бути наслідком різкого зменшення в останні роки обсягу НП, що зберігаються на території колишнього ХНПЗ. Відсутність постійного моніторингу унеможливорює вірогідну оцінку розвитку ситуації в зоні дії водозабору. Про забруднення Херсонського водозабору ми згадали через те, що в Інституті геологічних наук (ІГН) НАН України в 1994–1997 рр. вперше була створена математична модель дії водозабору за даними картування осередку забруднення, яке виконане Укрводпроектом у 1992 р. Результатами моделювання доведено, що виключну роль у проникненні НП-забруднення до сарматського водоносного горизонту, що експлуатується, відіграє балка Вереvчина, що огинає із заходу майданчик ХНПЗ [23].

Наступний приклад також можна вважати зразком невдалого здійснення моніторингу. На північно-західній околиці м. Луцьк розташований військовий аеродром, що межує із земельними ділянками міського населення. Можна вважати, що 10-15 років формування ареалу забруднення через відсутність моніторингу мало прихований характер. Забруднення проявилось у 1983 р. запахом гасу, а невдовзі у деяких колодязях утворився шар гасу, який підприємливе населення почало використовувати для особистих потреб. Очікувалося, що лінза мобільного гасу у майбутньому має досягти р. Стир, яка є природною дренажною ґрунтового потоку. З 1995 р. у рамках угоди між Мінекобезпеки України та Агенцією навколишнього середовища Данії в районі Луцького аеродрому проводилися дослідження під керівництвом датської компанії “Krüger International Consult», які перервалися у березні 1997 р. через припинення фінансування. На початку 1999 р. у зв’язку із суттєвим зменшенням кількості і, навіть, повним зникненням вільного НП у побутових колодязях виникло загрозливе припущення щодо прискорення руху лінзи у напрямку р. Стир. З ініціативи Міноборони України були відновлені дослідження, для проведення яких були запрошені фахівці ІГН НАН України. Дійсна причина «зникнення» вільного НП в колодязях була встановлена – через підйом рівнів ґрунтових вод значна частина НП-рідини опинилася заблокованою водою в порах ґрунту і тимчасово втратила здатність рухатися [24]. А відтак відчуття загрози зникло, а разом з цим у Замовника зникло бажання продовжувати моніторингові дослідження. Щодо подальшої долі осередку забруднення в СМІ робилися припущення в досить широкому діапазоні: від існування реальної загрози забруднення р. Стир до цілковитої безпечності осередку забруднення та його «самоліквідації» до 20-го року XXI ст.

Таким чином, забруднення докільця ННП відбувається при їх видобуванні, переробці, транспортуванні, зберіганні, використанні тощо. Забруднення ґрунтів ННП тягне порушення повітряного режиму та водних властивостей ґрунтів. При закупорюванні капілярів ґрунтів ННП порушується

аерація і створюються анаеробні умови в ґрунтових процесах. Відзначається зміна і в живих мікроорганізмах що населяють ґрунт, знижується чисельність целюлоторозкладаючих мікроорганізмів і бактерій, які засвоюють сполуки азоту. Відбувається пригнічення окисно-відновних ферментативних процесів, що в кінцевому рахунку знижує біологічну активність і родючість ґрунтів. При забрудненні НП ґрунтового покриву може збільшуватися вміст органічного вуглецю і бітумінозних компонентів по всьому ґрунтовому профілю (нафта містить близько 85% вуглецю). Шкідливий вплив НП відзначається для багатьох видів ґрунтів, а процеси самоочищення протікають повільно. Забруднення ГС ННП є глобальною екологічною проблемою, і особливу небезпеку становить для ПВ зони активного водообміну, які складають біля 30% у забезпеченні питного водопостачання.

2 ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ОБ'ЄКТІВ НАФТОХІМІЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

В даний час під *екологічним ризиком* прийнято розуміти ймовірність несприятливих для довкілля наслідків будь-яких (навмисних або випадкових, поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів [25].

Регіональне вивчення ГС України свідчить про наростаючі техногенні зміни геохімічних, інженерно-геологічних, гідрогеологічних, геолого-геофізичних параметрів верхньої зони порід, підземних вод і процесів, що в них відбуваються. ГС і поверхнева гідросфера, знаходяться в постійному взаємозв'язку з суміжною атмосферою, біосферою. У зв'язку з цим формування численних техногенно-геологічних систем (ТГС) «об'єкт НХК – ГС» у ряді регіонів є основним фактором, який впливає на зміни навколишнього природного середовища.

В даний час на Україні виявлено більше 100 постійних джерел нафтохімічного забруднення верхньої зони порід (зона ненасиченої фільтрації) і ґрунтових вод, загальною площею до 24300 га. (243 кв. км), хоча можна припустити, що їх значно більше.

ПВ водозаборів в містах Херсон, Луганськ, Узин, Полтава і ін забруднені НП. Більше 120 крупних водозаборів з сумарними експлуатаційними запасами ПВ 3,8 млн. м³/д (більше 25 % об'єму розвіданих ресурсів) знаходяться в зонах впливу існуючих або потенційних джерел нафтогідрогеохімічного забруднення. При цьому на 54 водозаборах, де підземні води перекриті достатньо проникними піщано-суглинними породами практично слабо захищені від забруднення з поверхні, можна припустити наявність «прихованого забруднення» НП.

Регіонально розташовані на території України об'єкти НХК практично повсюдно проявляють ефект їх екологічного впливу на НПС і умови життєдіяльності людей.

У табл. 2.1 показано основні чинники техногенного впливу об'єктів НХК на НПС і пов'язаний з ними екоризик. Як видно з приведеної таблиці, методологічно функцію безпеки даної системи в даній постановці можна відобразити у вигляді структурної схеми з 3 груп чинників, які формують комплексний регіональний еколого-геологічний ризик (далі екологічний ризик): 1) технологічна; 2) геологічна; 3) соціальна. *Техногенна група* чинників екологічного ризику відображає пообласні площинні модульні характеристики лінійних, локальних, об'єктів НХК і об'ємів НХП, які одноразово знаходяться в обігу (табл. 2.2). В загальному випадку всі об'єкти розглядаються функціонуючими в проектному (безаварійному) режимі, а аналіз їх характеристик у межах адміністративних областей дозволяє отримати порівняльну оцінку техногенного навантаження і пов'язану з нею техногенну складову екологічного ризику. *Геологічна група* чинників екологічного ризику об'єктів НХК вводиться з урахуванням того, що ТГС «об'єкт – НХК – ГС» функціонують в регіонах з фактичним проявом природно-техногенних змін ГС, в першу чергу у формі активізації небезпечних ЕГП (підтоплення, карст, обвали і ін.). Введення *соціальної групи* чинників екологічного ризику об'єктів НХК пов'язано з їх впливом (аварійним або довготривалим) практично на всі елементи НПС: атмосферу, гідросферу, біосферу і літосферу.

Найстійкіший вплив об'єкти НХК можуть чинити на підземну і поверхневу гідросфери, які є основними джерелами господарсько-питного водопостачання. В аварійних ситуаціях на об'єктах НХК процес втрати захисних властивостей поверхневими водоймами, включеними в структуру ГПВ, найбільш ймовірний. Цей критерій може бути інтегральною оцінкою водно-екологічного ризику і здатен відображати екологічну складову взаємодії НПС і об'єктів НХК.

Розташування об'єктів НХК і НП у межах промислово-міської агломерації (ПМА), створює передумови для їх стійкого екологічного впливу на життєдіяльність людей як в умовах експлуатації, так і аварійних ситуаціях.

Таблиця 2.1 - Структурна схема основних груп чинників,
які формують комплексний еколого-геологічний ризик об'єктів
нафтохімічного комплексу України

Група чинників еколого-гічного ризику	Інтегральна класифікація групи чинників екологічного ризику	Основні чинники формування екологічного ризику	Параметри	Ступінь відновлення ОПС при знятті комплексного регіонального екологічного ризику об'єктів НХК
I	Техногенна	Знос і старіння устаткування; недотримання паспортних і технологічних регламентних параметрів; недосконалі технології; обмежена (невчасна) просторово-часова інформація	Протяжність лінійних об'єктів (L); число локальних об'єктів (N); Кількість нафти і нафтопродуктів одноразово що знаходяться в обігу на лінійних і локальних об'єктах НХК (V)	Практично повна за період ліквідації аварії і здійснення захисних заходів
II	Геологічна	Активізація небезпечних ЕГП; недосконалість моніторингу стану ГС в зоні впливу об'єктів НХК	Ступінь ураженості небезпечними ЕГП в % від площі адміністративної області; природна захищеність підземних вод від забруднення з поверхні в % від площі адміністративної області	Обмежена при дії небезпечних ЕГП; практично повна при виконанні захисних заходів або інженерної меліорації ґрунтів
III	Соціальна	Аварійний вплив на екологічний стан НПС промислово-міської агломерації; погіршення умов експлуатації систем госппитного водопостачання	Густина населення; % використання поверхневих вод в структурі водокористування	Практично повна при дотриманні паспортних і технологічних параметрів

При цьому екологічний ризик при будь-якому техногенному впливі об'єкту НХК залежатиме від густоти населення, що визначає уразливість людей техногенним змінам атмосфери, гідросфери, ландшафтів.

Таблиця 2.2 - Основні чинники комплексного еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу України

№ п/п	Адміністративна одиниця	Геологічні чинники		Техногенна група чинників екологічного ризику ¹			Соціальна група чинників екологічного ризику	
		площа з незахищеними ВГ	ураженість ЕГП*	mL	mV	mN	Випаровування поверхневих вод	Густота населення
1	Республіка Крим	52.5	44.2	-	0.58	1.13	93.2	1.1
2	Вінницька	69.4	33.8	0.41	1.21	0.97	94.0	0.82
3	Волинська	92.2	83.8	0.55	0.18	0.48	47.9	0.61
4	Дніпропетровська	49.9	50.9	1.16	0.64	1.11	97.8	1.42
5	Донецька	88.2	29.1	1.8	0.86	1.34	93.7	2.32
6	Житомирська	66.7	12.5	0.97	0.59	0.82	69.8	0.57
7	Запорізька	57.9	8.7	1.26	0.32	1.06	96.3	0.88
8	Закарпатська	93.0	23.7	3.6	0.67	0.61	36.7	1.14
9	Івано-франківська	90.3	24.0	1.44	0.7	1.26	74.0	1.17
10	Київська	40.8	17.1	0.89	0.32	0.9	91.1	1.8
11	Кіровоградська	78.0	19.3	0.75	0.33	0.7	79.5	0.58
12	Львівська	89.6	18.5	2.77	1.39	1.56	32.4	1.47
13	Луганська	96.6	14.4	1.35	3.36	1.75	49.1	1.25
14	Миколаївська	65.9	24.4	0.88	0.65	0.70	94.2	0.63
15	Одеська	18.9	35.9	0.95	3.01	1.36	95.5	0.91
16	Полтавська	4.7	40.9	2.59	3.02	1.46	57.5	0.70
17	Рівненська	96.6	59.2	1.09	0.43	0.39	50.6	0.67
18	Сумська	61.3	25.7	0.76	0.40	1.02	43.8	0.70
19	Тернопільська	70.6	38.9	0.42	1.09	0.48	43.9	0.95
20	Харківська	25.8	22.4	0.32	0.34	0.92	74.6	1.17
21	Херсонська	71.6	34.5	0.65	1.13	0.74	87.5	0.51
22	Хмельницька	57.4	34.6	0.88	1.51	0.85	61.8	0.85
23	Черкаська	74.2	14.8	0.2	0.28	1.15	84.4	0.82
24	Чернігівська	22.6	18.9	0.03	0.13	0.50	45.1	0.50
25	Чернівецька	50.0	34.4	-	0.16	1.24	69.3	1.38

$$Rm = F1(mL, mV, mN) \quad (2.1),$$

де mL , mV , mN) - відповідно площинні модульні характеристики лінійних, локальних об'єктів НХК і НХП в них (див. 1.2).

*ЕГП – еколого-геологічні процеси.

Специфіка об'єктів НХК в соціально-екологічному плані характеризується, в основному, важко відновним режимом самоочищення об'єктів підземної і поверхневої гідросфер і ландшафтів в зонах їх аварійного впливу, в порівнянні з механічно-тепловим впливом аварій на магістральних газопроводах.

Таким чином, групи чинників, які визначають екологічний ризик об'єктів НХК, дозволяють виконати: 1) порівняння фактичних значень природних і техногенних параметрів регіональної сукупності об'єктів НХК у межах адміністративних областей; 2) функціональне визначення безрозмірних (модульних або відносних) показників об'єктів НХК на основі достовірних визначень параметрів, що розраховуються; 3) узагальнену (інтегральну) оцінку екологічного впливу об'єктів НХК на НПС з урахуванням стану її основних елементів (гідросфери, літосфери) і соціальних чинників (густота населення, стійкість системи господарсько-питного водопостачання).

Комплексне районування території України за рівнем екологічного ризику об'єктів НХК базується на обліку сумарного впливу на них природних і техногенних чинників.

Математична модель оцінки регіонального екологічного ризику об'єктів НХК носить імовірнісний характер (імпульсний) у зв'язку з випадковим характером прояву більшості природних і техногенних процесів, що приводять до аварійних порушень.

Результати регіональної інтегральної оцінки даних груп параметрів дозволили виділити в межах України території з різним ступенем екологічного ризику об'єктів НХК (табл. 2.3, рис. 2.1).

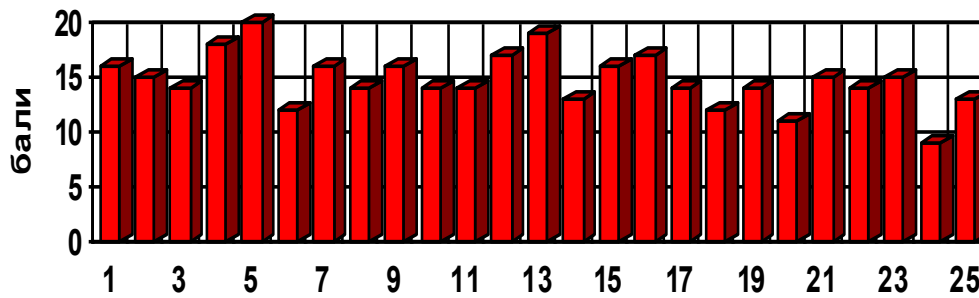
Максимальним екологічним ризиком характеризуються Донецька і Луганська області. Мінімальний екологічний ризик наголошується в північній і північно-східній частині країни на території Житомирської, Сумської, Харківської і Чернігівської областей. Велика частина території України характеризується підвищеним і високим рівнем екологічного ризику.

Таблиця 2.3 - Оцінка комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів нафтохімічного комплексу України в балах

Адміністративна одиниця	Захи- щеність ПВ	ЕГП	<i>mL</i>	<i>mV</i>	<i>mN</i>	% викор. поверх- невих вод	густота насе- лення	Σ
Республіка Крим	3	3	-	1	3	4	2	16
Вінницька	3	2	1	2	2	4	1	15
Волинська	4	4	1	1	1	2	1	14
Дніпропетровська	3	3	2	1	3	4	2	18
Донецька	4	2	2	1	3	4	4	20
Житомирська	3	1	1	1	2	3	1	12
Запорізька	4	1	2	1	3	4	1	16
Закарпатська	3	1	4	1	2	1	2	14
Івано-Франківська	4	1	2	1	3	3	2	16
Київська	2	1	1	1	2	4	3	14
Кіровоградська	4	2	1	1	2	3	1	14
Львівська	4	1	3	2	4	1	2	17
Луганська	4	1	2	4	4	2	2	19
Миколаївська	3	1	1	1	2	4	1	13
Одеська	1	2	1	4	3	4	1	16
Полтавська	1	2	3	4	4	2	1	17
Рівненська	4	3	2	1	1	2	1	14
Сумська	3	2	1	1	2	2	1	12
Тернопільська	3	3	1	2	2	2	1	14
Харківська	1	1	1	1	2	3	2	11
Херсонська	3	2	1	2	2	4	1	15
Хмельницька	3	2	1	2	2	3	1	14
Черкаська	4	1	1	1	3	4	1	15
Чернігівська	1	1	1	1	2	2	1	9
Чернівецька	2	2	-	1	3	3	2	13

Таким чином, виконана регіональна оцінка екологічного ризику об'єктів НХК на території України свідчить про складний характер її територіального розподілу внаслідок мінливості взаємодії техногенних, геологічних і соціальних груп чинників.

Слід зазначити деяку умовність виконаних регіональних оцінок рівня екологічного ризику об'єктів НХК, проте вони дозволяють вперше оцінити комплексний вплив нафтохімічної галузі на техногенне перетворення навколишнього природного середовища.



1-Республіка Крим; 2-Вінницька ; 3-Волинська; 4-Дніпропетровська;
 5-Донецька; 6-Житомирська; 7-Запорізька; 8-Закарпатська; 9-Івано-Франківська;
 10-Київська; 11-Кіровоградська; 12-Львівська; 13-Луганська; 14-Миколаївська;
 15-Одеська; 16-Полтавська; 17-Рівненська; 18-Сумська; 19-Тернопільська;
 20-Харківська; 21-Херсонська; 22-Хмельницька; 23-Черкаська; 24-Чернігівська;
 25-Чернівецька;

Рис. 2.1 – Оцінка еколого-геологічного ризику.

Насторожуючи те, що територія з максимальним рівнем ризику - Донецько-придніпровський регіон - приурочена до двох крупних природно-техногенних систем: басейну р. Дніпро і Донбасу, що знаходиться у стадії наростаючих техногенних дій.

В даний час в Донбасі намічається закриття близько 40 % діючих шахт (103 з 250). Згідно оцінкам Мінприроди, Інституту геологічних наук НАН України це приведе до розвитку площ підтоплення, зниження міцності гірських порід, просадок, що може підвищити як прямий ризик аварійних впливів на об'єкти НХК (Горлівсько-Єнакієвський промвузол), так і підсилити гідрогеоміграцію нафтохімічних продуктів. У зв'язку з цим необхідно передбачити можливий взаємовплив об'єктів НХК і змін стану геологічного середовища при знятті шахт з експлуатації.

Підвищений і високий екоризик об'єктів НХК в басейні р. Дніпро (центральна і південна частини) пов'язаний з погіршенням інженерно-геологічних умов в зонах впливу підпору водосховищ р. Дніпро з подальшою активізацією процесів підтоплення лесово-просадочних, ґрунтів, які

карстуються, переробкою берегів, а також підвищеною густотою населення, господарсько-питне водопостачання якого базується переважно на незахищених поверхневих водах.

Підвищене і високе значення екоризику об'єктів НХК в Причорноморсько-Кримському регіоні пов'язано, в основному, з складними інженерно-геологічними (інженерно-сейсмогеологічними) і водно-екологічними умовами. Крім того, цей регіон охоплює переважну частину водно-меліоративних систем і прибережно-морської території України (ПМТ), що характеризується стійкою динамікою зростання населення і енергоспоживання, а також використанням нафтохімпродуктів, проведення експлуатації і розвідки нафтогазових і інших родовищ. Додатковим чинником ризику об'єктів НХК, розташованих в ПМТ, може бути їх приуроченість до області регіонального дренажу ПВ практично зі всієї території України.

Прикарпатський регіон, не дивлячись на відносно обмежену площу, характеризується найширшим комплексом розвитку об'єктів НХК - від розробки власних родовищ до будівництва і експлуатації великого числа магістральних нафто-газопроводів. В той же час, умови ландшафтно-гідрографії даного регіону характеризуються високою чутливістю до впливу об'єктів НХК у зв'язку з приуроченістю до Карпатського гірсько-сейсмічного регіону. Підвищений і високий екоризик обумовлений сучасною активізацією небезпечних еколого-геологічних процесів (ЕГП), низькою захищеністю від забруднення обмежено розвинутих в річкових долинах підземних вод і значним рівнем сейсмоактивності. Перераховані особливості Карпатського регіону в першу чергу впливають на зниження стійкості ТГС «об'єкт НХК - геологічне середовище», що свідчить про необхідність першочергових захисних заходів в даному напрямі.

Північна і північно-східна частини країни мають, низький рівень екологічного ризику об'єктів НХК у зв'язку з обмеженою дією практично всіх ризикогенеруючих чинників, а також підвищеним рівнем стійкості

геологічного середовища (обмежений розвиток ЕГП і достатня захищеність підземних вод). Проте комплексний характер дії об'єктів НХК на ОПС, в першу чергу на ГС (механічні, хімічні, динамічні, теплові навантаження) у ряді випадків викликає необоротні зміни в системі «мінеральний скелет – вода», слідством чого може бути посилення ЕГП, зниження несучої здатності ґрунтів і ін. негативні процеси.

Таким чином, отримані критерійні оцінки екологічного ризику, не дивлячись на їх обмежений характер, дозволяють визначити основні проблеми природокористування з урахуванням сучасного впливу об'єктів НХК.

При цьому акцентується увага на значній диференційованості техногенного впливу на НПС і перевазі впливу екологічного ризику об'єктів НХК в структурі техногенно-геологічних систем «об'єкт НХК - геологічне середовище». Останнє обумовлене повільним протіканням гідрогеоміграційних процесів в системі «ґрунти зони аерації - ґрунтовий водоносний горизонт», що приводить до формування стійких джерел забруднення ґрунтів, підземної і поверхневої гідросфери в місцях тривалих техногенних і аварійних втрат нафтохімпродуктів.

На жаль, наявний об'єм інформації про екологічний стан об'єктів НХК і наукові методи її обробки не в змозі дати достатньо точну оцінку впливу нафтохімічного забруднення ОПС на умови життєдіяльності людей.

З цієї точки зору, виникає гостра необхідність в продовженні науково-виробничих робіт з оцінки екологічного впливу об'єктів НХК з метою вдосконалення їх методичної основи і переходу на інженерно-екологічне забезпечення нафтогазохімічної галузі, що включає екологічний моніторинг діючих об'єктів, а також підвищення екологічної безпеки проектуємих систем.

3 ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА ҐРУНТІВ НА ДІЛЯНКАХ НАФТОХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

3.1 Загальні положення

Стан ПВ та ґрунтів на ділянках забруднення НП оцінюється на основі визначення величин основних видів ризику. Безпечним вважається такий стан ПВ та ґрунтів ділянки забруднення НП, при якому розраховані значення для кожного з основних видів ризику не перевищують допустимих значень. У протилежному випадку повинен бути виконаний комплекс заходів по зниженню рівня нафтохімічного забруднення ПВ та ґрунтів. Основними видами ризику при забрудненні ПВ та ґрунтів нафтопродуктами є: 1) ризик для здоров'я людини при контакті з токсичними речовинами, що входять до складу НП; 2) ризик забруднення ПВ; 3) ризик накопичення вибухових випаровувань у підземних комунікаціях, підвалах будинків та споруд тощо; 4) ризик забруднення екологічно уразливих елементів природного середовища [25, 26].

Величина ризику для здоров'я людини при контакті із ЗР кількісно характеризує ступінь загрози для здоров'я людини при надходженні до організму добової дози цієї речовини. При розрахунку величини ризику для канцерогенних речовин безпечним вважається такий стан НПС, при якому виключена (з імовірністю 95%) можливість канцерогенних захворювань при поглинанні добової дози речовини на протязі середньої тривалості життя. Для неканцерогенних речовин допустимий рівень ризику встановлюється, виходячи з безпечної для здоров'я людини (та наступних поколінь) та прийнятної відповідно до органолептичних показників ймовірної добової дози поглинання речовини. Ризик забруднення ПВ характеризує ймовірне погіршення якості ПВ як джерела водопостачання, внаслідок розповсюдження забруднення НП. Величина ризику забруднення ПВ визначається як відношення можливих концентрацій ЗР у ПВ до безпечної

для здоров'я людини концентрації цієї речовини у ПВ, визначеної з урахуванням імовірності використання вод як постійного джерела водопостачання. Ризик накопичення вибухонебезпечних випаровувань характеризує можливе надходження у повітря будинків, споруд, підвалів, підземних комунікацій тощо) органічних сполучень, що може призвести до виникнення пожежі або вибуху. Величина ризику накопичення вибухонебезпечних випаровувань визначається як співвідношення між вмістом у повітрі вибухонебезпечних органічних речовин і таким їх вмістом у повітрі, при якому буде відстуня імовірність пожежі або вибуху. При оцінці стану ПВ та ґрунтів сумарний вміст в них НП може служити лише якісним індикатором ризику для здоров'я людей та стану ПВ. Кількісно, величина ризику визначається з урахуванням значень питомих канцерогенних ризиків і питомих соматичних доз для окремих речовин, що входять до складу сумарних НП - індикаторних речовин. При оцінці безпечного стану ПВ та ґрунтів сумарний вміст в них НП не може служити кількісним індикатором загрози для здоров'я людей та стану ПВ. Безпечний стан ПВ і ґрунтів визначається на основі визначення допустимих концентрацій у них окремих токсичних речовин, що входять до складу сумарних НП. Вибір індикаторних речовин для оцінки ризику та безпечного стану ПВ та ґрунтів здійснюється на основі аналізу даних про тип нафтопродуктів, які надійшли до НПС, та відповідних польових випробовувань. Орієнтовний перелік індикаторних речовин, характерних для різних типів НП наведено у табл. 3.1

У складі поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) найбільш характерними є аценафен, антрацен, інденопірен, бензо(а)антрацен, бензо(б)фторантен, бензо(к)фторантен, бенз(а)пірен, нафталін, пірен, дибензо(а, h)антрацен, флюарен. Алгоритм складання списку індикаторних речовин має наступний вигляд - у тому випадку, якщо встановлений вміст ЗР в ПВ або ґрунтах дорівнює або перевищує відповідні рекомендовані

Таблиця 3.1 - Орієнтовний перелік індикаторних речовин

Сумарні нафтопродукти	Середовище		
	Підземні води	Ґрунти	Повітря
Бензин	БТЕК, СНВ, МБЕ, СРТР	БТЕК, СНВ	БТЕК
Дизельне паливо і паливні масла	БТЕК, СНВ, ПАВ, СРТР	БТЕК, ПАВ, СНВ	БТЕК
Гідралічна рідина, змащувальні мастила	ПАВ, СНВ, СРТР	ПАВ, СНВ	
Відходи масла, інші невизначені нафтопродукти	БТЕК, ПАВ, ЛОК, СНВ, СРТР	БТЕК, ПАВ, ЛОК, СНВ	БТЕК, ЛОК

Примітка: БТЕК - бензол, толуол, етилбензол, ксилол; СНВ – сумарні нафтові вуглеводні; МБЕ - метил, бутіл, ефір; СРТР - сумарні розчинені тверді речовини; ЛОК - леткі органічні компоненти; ПАВ - поліароматичні вуглеводні.

концентрації для цієї речовини (табл. 3.2), речовина вважається індикаторною.

Таблиця 3.2 - Рекомендовані значення концентрацій речовин для складання індикаторного списку

Речовина	Концентрація речовини	
	Підземні води, мг/дм ³	Ґрунти, мг/кг
Аценофен	2.19	314
Ацетон	3.65	22
Антрацен	11	13
Бензол	5·10 ⁻³	0.74
Бензо (а)антрацен	1.17·10 ⁻⁴	0.88
Бензо (b) фторантен	1.17·10 ⁻⁴	0.88
Бензо (к) фторантен	1.17·10 ⁻³	8. 8
Бензо (а)пірен	2·10 ⁻⁴	0. 088
Дибензо (а, h) антрацен	1.17·10 ⁻⁵	0. 088
Дихлорбензол (1,2)	6·10 ⁻¹	208
Дихлорбензол (1,3)	6·10 ⁻¹	208
Дихлорбензол (1,4)	7.5·10 ⁻²	26
Етилбензол	7·10 ⁻¹	160
Флюорисцен	1.46	156
Флюарен	1.46	247
Формальдегід	7.3	46
Індено (1,2,3) пірен	1.17·10 ⁻⁴	0.877
Метилетилкетон	21.9	142
Нафталін	1.46	389
Пірен	1.1	99
Толуол	1	69
Ксилол	10	568

При визначенні індикаторних речовин, які використовуються при оцінці стану ПВ і ґрунтів, повинні аналізуватися проби з максимальним вмістом сумарних НП. При оцінці стану ПВ і ґрунтів величина ризику для здоров'я людей та ризику забруднення ПВ повинна бути визначена для кожної з індикаторних речовин, встановлених у складі сумарних НП.

Безпечні, з точки зору канцерогенного ризику, концентрації для кожної з індикаторних речовин, виявлених у складі сумарних НП встановлюються таким чином, щоб ризик канцерогенних захворювань не перевищував допустимих значень, з урахуванням імовірності контакту людини з цією речовиною.

Безпечна, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрація i -ої канцерогенної речовини у ПВ визначається за формулою:

$$\bar{C}_w^i = R \frac{\tau_K \times \omega \times 365}{\alpha_i \times V_w \times \tau \times \theta} \quad (3.1)$$

Безпечна, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрація i -ої канцерогенної речовини у ґрунтах для житлових і промислових територій визначається за формулами (4.2) и (4.3):

$$\bar{C}_{SH}^i = R \frac{\tau_K \times \omega \times 365}{\theta(\alpha_i \times \omega \times \eta \times 10^{-6} + V_a \times \beta_i \times \tau(\chi + \zeta))} \quad (3.2)$$

$$\bar{C}_{SH}^i = R \frac{\tau_K \times \omega \times 365}{\theta(\alpha_i \times m \times 10^{-6} + V_a \times \beta_i(\chi + \zeta))\tau} \quad (3.3)$$

Значення α_i та β_i для різних речовин та класи їх канцерогенної небезпеки наведені у табл. 3.3.

Безпечні концентрації для кожної з неканцерогенних індикаторних речовин, виявлених у складі сумарних НП встановлюються таким чином, щоб виключити загрозу прямого чи побічного впливу на організм людини на протязі всього життя і на здоров'я наступних поколінь з урахуванням імовірності контакту людини з цією речовиною.

Таблиця 3.3 - Значення питомого канцерогенного ризику

Речовина	α_i , кг/мг		β_i , кг/мг	Клас Небезпеки
	1-а категорія	2,3-я категорія		
Бензол	0.0174	0.02 9	0.029	A
Бензо (а) антрацен	0.730		0.610	B
Бензо (б) фторантен	0.730		0.610	B
Бензо (к) фторантен	0.073		0.061	B
Бензо (а) пірен	4.269	7.300	6.100	B
Дихлорбензол (1.4)	0.00112	0.0024	0.002 4	C
Дибензоантрацен	7.300		6.100	B
Інденопірен (1,2, 3)	0.73		0.610	B

Безпечна, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрація j -ої неканцерогенної речовини в ПВ визначається за формулою:

$$\bar{C}_{jw}^j = \frac{\omega \times 365 \times \varepsilon_j}{V \times \theta} \quad (3.4)$$

Безпечна, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрація j -ої неканцерогенної речовини у ґрунтах визначається за формулою:

$$\bar{C}_{SH}^j = \frac{365 \times \omega}{\theta(m \frac{10^{-6}}{\varepsilon_j} + \frac{V_a}{\delta_j} (\chi + \zeta))} \quad (3.5)$$

Значення питомих соматичних доз для неканцерогенних речовин наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Значення питомих соматичних доз для неканцерогенних речовин

Речовина	ε_j		δ_j
	1-й пріоритет	2,3-й пріоритет	
Аценофен	0.06		0.06
Ацетон	0.1		0.1
Антрацен	0.3		0.3
Дихлорбензол (1.2)	0.0164	0.090	0.0571
Дихлорбензол (1.3)	0.0164	0.089	0.089
Етилбензол	0.0191	0.1	0.1
Флюорисцен	0.04		0.04
Формальдегід	0.20		0.20
Метилетилкетон	0.60		1.0
Нафталін	0.04		0.04
Пірен	0.03		0.03
Толуол	0.0274	0.2	0.4
Ксилол	0.274	2	2

Основними механізмами нафтохімічного забруднення ПВ є надходження ЗР у ПВ із забруднених ґрунтів та розповсюдження разом з потоком забруднених ПВ.

Безпечні, з точки зору забруднення ПВ, концентрації індикаторних речовин у ґрунтах є концентрації, при яких імовірний вміст цих речовин у ВГ не перевищує значень безпечних для здоров'я людини.

Крім того, концентрації індикаторних речовин у ґрунтах не повинні перевищувати концентрацій граничного насичення. Безпечна, з точки зору забруднення ПВ, концентрація i -ої канцерогенної речовини у ґрунтах визначається за формулою:

$$\bar{C}_{sw}^i = \frac{\bar{C}_w^i (f_o \times \rho \times K_i + \theta_w + H'_i(\theta - \theta_w))}{F\rho}, \text{ та} \quad (3.6)$$

$$\bar{C}_{sw}^i = C_{Sat}^i, \text{ якщо } \bar{C}_{sw}^i > C_{Sat}^i$$

F - фактор уповільнення розповсюдження забруднюючої речовини. При розрахунках рекомендується приймати $F = 0.01$.

Концентрація граничного насичення C_{Sat}^i i -ої речовини у ґрунтах визначається за формулою:

$$C_{Sat}^i = \frac{S^i (f_o \times \rho \times K_i + \theta_w + H'_i(\theta - \theta_w))}{\rho}, \quad (3.7)$$

де S i - розчинність i -ої речовини у воді, мг/дм³.

Безпечна, з точки зору забруднення ПВ, концентрація j -ої неканцерогенної речовини у ґрунтах визначається за формулою:

$$\bar{C}_{sw}^j = \frac{\bar{C}_w^j (f_o \times \rho \times K_j + \theta_w + H'_j(\theta - \theta_w))}{F\rho}, \quad (3.8)$$

$$\text{та } \bar{C}_{sw}^j = C_{Sat}^j, \text{ якщо } \bar{C}_{sw}^j > C_{Sat}^j,$$

$$C_{Sat}^j = \frac{S^j (f_o \times \rho \times K_j + \theta_w + H'_j(\theta - \theta_w))}{\rho}, \quad (3.9)$$

де S j - розчинність j -ої речовини у воді, мг/дм³.

Із визначених таким чином безпечних концентрацій індикаторних речовин як допустиме значення приймається найменша з них, що завідомо гарантує дотримання умов безпеки для усіх інших видів ризику.

Так, наприклад, якщо концентрація індикаторної речовини у ґрунтах, що розрахована за умови безпеки для здоров'я людей більше концентрації, яка розрахована з точки зору імовірності забруднення ПВ, як допустиме значення приймається остання з них.

Безпечним за умов вибухонебезпеки вважається такий вміст вуглеводнів у ґрунті, при якому концентрація летких речовин у ґрунтовому повітрі не перевищує 25% від нижньої вибухової межі (НВМ).

Висновок про небезпеку вибуху робиться на підставі вимірів вмісту ЛОК у повітрі в потенційно-небезпечних для накопичення місцях із використанням визначника займистих газів. Значення максимально припустимої концентрації випарів у ґрунтовому повітрі для деяких сполук наведені в табл. 3.5

Таблиця 3.5 - Максимально припустимі концентрації випарів у повітрі

Речовини	Нижня вибухова межа%	Припустимі рівні, %
Бензин	1.2	0.30
Дизельне паливо	1.3	0.32
Паливні масла	0.6	0.15
Гас	0.7	0.18
Бензол	1.3	0.32
Етилбензол	1.0	0.25
Толуол	1.2	0.30
Ксилол	1.0	0.25
п-гексан	1.2	0.28

Якщо прямий вимір зробити не можна, концентрація теоретичного максимуму летучих вуглеводнів у ґрунті C_a^* може бути розрахована з використанням формули 3.10

$$C_a^* = \frac{\rho C_s^i H_i'}{\rho K_i f_{OC} + \theta_w + \theta_a H_i'} , \quad (3.10)$$

де C_s^i – концентрація і-ої речовини у ґрунті, мг/кг сухої ваги.

При цьому припускається, що НП у вільній фазі на ділянці забруднення видалені. У випадку присутності нафтопродуктів у вільній фазі поблизу заглиблених комунікацій, підвалів будинків і споруд ситуація не може вважатися прийнятною за умовами вибухонебезпеки.

До формул для визначення безпечних концентрації канцерогенних речовин входить, як розрахунковий параметр, допустима величина ризику. Ця величина кількісно характеризує ймовірність канцерогенного захворювання людини в результаті контакту із ЗР для конкретних умов ділянки забруднення НП. Допустима величина ризику встановлюється в залежності від категорії ПВ, яка характеризує ймовірність погіршення їх стану як постійного джерела питної води. При встановленні факту нафтохімічного забруднення ПВ і ґрунтів повинен бути виконаний комплекс природоохоронних заходів по зниженню рівня забруднення до безпечного стану.

Фактом нафтохімічного забруднення вважається встановлення наявності НП (або) супутніх їм речовин у пробах ПВ і (або) ґрунтів. Фактом нафтохімічного забруднення вважається також виявлення забруднення поверхні землі на ділянках господарської діяльності, а також встановлення факту витоку НП із ємкостей для зберігання або акумуляції, з нафто- і продуктопроводів або інших об'єктів.

Фінансування всього комплексу природоохоронних робіт на ділянках нафтохімічного забруднення здійснюється за рахунок відповідальної сторони або з коштів Мінприроди чи Рад відповідного рівня з повною компенсацією цих витрат відповідальною стороною. У тому випадку, коли виявити сторону, відповідальну за забруднення не надається можливості, весь комплекс робіт по відновленню безпечного стану підземних вод і ґрунтів здійснюється за рахунок коштів природоохоронних фондів відповідних рівнів. Роботи по відновленню якості ПВ і ґрунтів повинні починатися відразу після ліквідації причин надходження забруднення в НПС і локалізації осередку забруднення. Повний цикл робіт по відновленню якості ПВ і ґрунтів на ділянках забруднення НП включає: 1) оцінку потенційного впливу (або оцінку ризику); 2) визначення нормативів відновлення якості ПВ і ґрунтів; 3) вибір технологій проведення відновлювально-рекультиваційних робіт; 4) визначення регламенту проведення робіт; 5) реалізацію вибраних

технологій; 6) проведення моніторингу забруднених середовищ і визначення залишкових ризиків; 7) коригування, в разі необхідності технології і регламенту проведення робіт.

Алгоритм проведення комплексу природоохоронних заходів на ділянках нафтохімічного забруднення наведено на рис. 3.1.

Встановлення факту забруднення є підставою для видачі органами Мінприроди відповідальній стороні припису на виконання комплексу інженерно-екологічних робіт з метою оцінки потенційного впливу забруднення. Припис визначає також терміни подання відповідальною стороною територіальним органам Мінприроди матеріалів з оцінки потенційного впливу забруднення НП. Оцінка потенційного впливу забруднення повинна бути виконана вне залежності від подальшого проведення природоохоронних робіт, їх обсягу і термінів. До складу робіт з оцінки потенційного впливу нафтохімічного забруднення входить оцінка масштабів забруднення, визначення пріоритетності ділянки, оцінка необхідності проведення робіт по відновленню стану ПВ і ґрунтів.

Склад робіт з оцінки масштабів забруднення НП не є жорстко регламентованим та допускає гнучкий вибір і коригування об'єму робіт та стратегії проведення досліджень з метою найбільш оперативного, точного й економічного збору необхідної інформації. На основі оцінки масштабів забруднення визначаються: 1) токсичні речовини, що надійшли в навколишнє середовище у складі сумарних НП; 2) концентрації ЗР у основних компонентах природного середовища; 3) просторові характеристики розповсюдження забруднення. При оцінці масштабів забруднення сумарний вміст у ПВ і ґрунтах НП не може служити кількісним індикатором загрози для здоров'я людей та стану ПВ. Стан ПВ і ґрунтів визначається на основі визначення концентрацій у них окремих токсичних речовин, що входять до складу сумарних НП. Вибір індикаторних речовин здійснюється на основі аналізу даних про тип НП, які надійшли до НПС, та відповідних польових

Алгоритм проведення робіт по відновленню стану підземних вод і ґрунтів

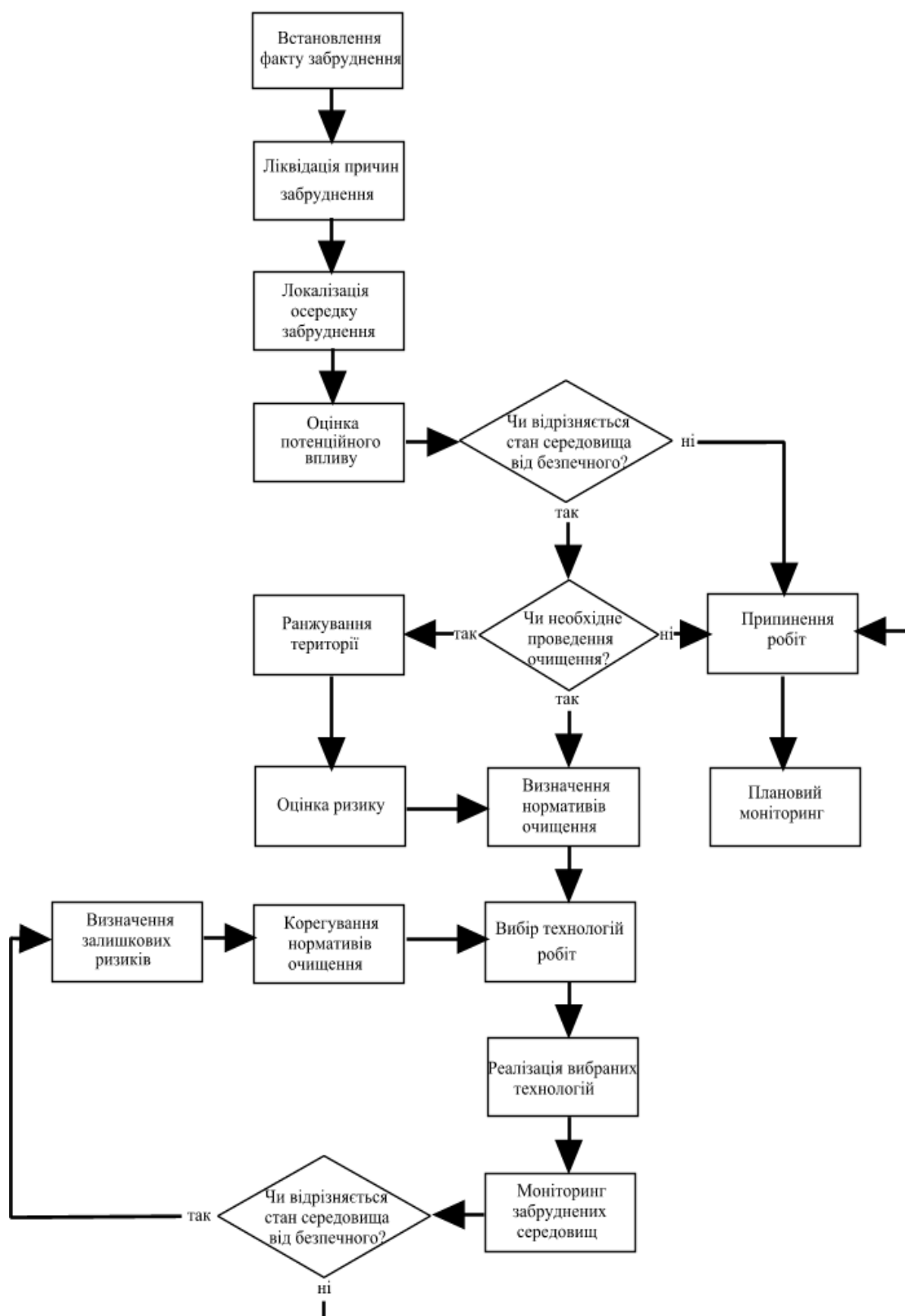


Рис. 3.1 - Алгоритм проведення комплексу природоохоронних заходів на ділянках забруднення нафтопродуктами

випробовувань. Для кожної індикаторної речовини, встановленої у складі сумарних НП, повинні бути визначені концентрації у ґрунтах і ПВ.

У випадку, якщо в складі сумарних НП встановлено наявність речовин, що відносяться до ЛОК, повинно бути визначено вміст цих речовин у повітрі на ділянках можливого їх накопичення (закриті приміщення, підвали, підземні комунікації тощо).

При оцінці масштабів забруднення для кожної із індикаторних речовин повинні бути визначені ореоли його розповсюдження в ґрунтах, підземних водах, повітрі.

Оцінка масштабів забруднення включає виявлення і характеристику всіх негативних проявів нафтохімічного забруднення ПВ ґрунтів, таких, як візуальне виявлення забруднених ґрунтів, височування НП у пониженнях рельєфу, наявність сильних запахів, плівка НП на поверхні водойм або водотоків у місцях розвантаження ПВ і т. п.

На основі оцінки природних умов, характеру використання землі, підземних і поверхневих вод, ділянці забруднення присвоюється один із чотирьох пріоритетів, що відображає реальність загрози надходження до організму ЗР, забруднення ПВ, накопичення вибухонебезпечних випаровувань, забруднення екологічно уразливих елементів природного середовища для різних ділянок території.

Пріоритет I (критичного ризику) надається ділянкам, в межах яких існує пряма загроза здоров'ю людей внаслідок використання забруднених вод для пиття, контакту із забрудненими ґрунтами і повітрям, а також загроза вибуху або пожежі внаслідок накопичення ЛОК.

Пріоритет II (високого ризику) надається ділянкам, де не виключена потенційна загроза для здоров'я людей, безпечного функціонування інфраструктури (в першу чергу заглиблених споруд і комунікацій), стану питного водопостачання, уразливих елементів природного середовища внаслідок поширення забруднення.

Пріоритет III (помірного ризику) надається ділянкам, на яких встановлено, що потенційний вплив нафтохімічного забруднення на здоров'я людей і стан питного водопостачання незначний або носить випадковий, несистематичний характер.

Пріоритет IV (низького ризику) належить до ділянок нафтохімічного забруднення, для яких не встановлені реальні чи потенційні негативні прояви нафтохімічного забруднення підземних вод та ґрунтів.

Матеріали з оцінки потенційного впливу забруднення подаються територіальним органам Мінприроди у вигляді звіту. Звіт про потенційний вплив забруднення в обов'язковому порядку повинен містити попередній висновок відповідальної сторони про пріоритетність ділянки забруднення.

На основі представлених матеріалів по оцінці потенційного впливу нафтохімічного забруднення територіальними органами Мінекобезпеки робиться висновок про необхідність проведення робіт по відновленню стану ПВ і ґрунтів та визначаються нормативи відновлення якості ПВ і ґрунтів.

Висновок про необхідність проведення робіт по відновленню якості підземних вод і ґрунтів на ділянці нафтохімічного забруднення робиться на основі порівняння максимальних концентрацій індикаторних речовин, зафіксованих у ґрунтах і ПВ із відповідними безпечними концентраціями.

В тому випадку, якщо максимальні концентрації будь-якої із індикаторних речовин перевищують відповідні безпечні концентрації, повинен бути виконаний комплекс робіт, направлений на зниження вмісту цих речовин до безпечних рівнів.

Оцінка ризику вимагає проведення додаткових робіт, на основі яких виконується ранжування території за ступенем потенційного негативного впливу нафтохімічного забруднення.

Під ранжуванням території розуміється виділення в межах забрудненої території (з урахуванням імовірного розповсюдження забруднення) зон, однотипних за: характером використання землі; характером забудови і підземних комунікацій; характером доступу людей на забруднені ділянки;

імовірністю проведення земляних робіт; категоріями людей, для яких існує загроза негативного впливу в результаті знаходження на ділянці забруднення (мешканці, робітники тощо); характером покриття забруднених ґрунтів; джерелами водопостачання і характером використання ПВ; ступенем захищеності вод від нафтохімічного забруднення; категоріями людей, які використовують різноманітні водозабірні свердловини, комунальні споруди або поверхневі води, що забруднені або знаходяться під загрозою нафтохімічного забруднення; вмістом індикаторних речовин у підземних водах, ґрунтах і повітрі .

Для кожної із виділених таким чином зон визначаються величини основних ризиків, пов'язаних із нафтохімічним забрудненням.

На основі поданих матеріалів по оцінці ризику територіальними органами Мінприроди робиться висновок про необхідність проведення робіт по відновленню стану ПВ і ґрунтів, і узгоджуються нормативи відновлення якості ПВ і ґрунтів.

Висновок про необхідність проведення робіт по відновленню якості ПВ і ґрунтів у межах виділених зон робиться на основі порівняння встановлених величин ризику з відповідними допустимими величинами. Для тих зон, у межах яких встановлено перевищення допустимих величин будь-якого з видів ризику, повинен бути виконаний комплекс робіт по відновленню стану ПВ і ґрунтів до безпечного стану. На основі оцінки ризику проведення заходів по відновленню якості ПВ і ґрунтів може бути визнане недоцільним для зон, у межах яких не перевищує допустимих величин: 1) ризик для здоров'я людей для кожної із встановлених у складі нафтопродуктів токсичної речовини; 2) ризик забруднення ПВ, внаслідок міграції речовин із забруднених ґрунтів та з потоком ПВ; 3) ризик накопичення вибухових випаровувань; 4) ризик негативного впливу на уразливі елементи природного середовища.

Обов'язковою умовою є також повне видалення вільної фази НП із ґрунтів, підземних комунікацій, заглиблених підвалів тощо.

У межах зон, для яких проведення робіт по відновленню якості підземних вод і ґрунтів на час оцінки ризику визнане недоцільним, повинна бути обладнана система моніторингу, що дозволить контролювати рівні ризиків.

Важливим питанням є залучення до робіт з нафтозабруднення лише фірм, що мають науковий та технічний потенціал та фахівців достатньої кваліфікації, які володіють найновішими методиками очищення. Виконання цих робіт неспеціалістами може призвести до незворотних процесів і таких екологічних наслідків, які навіть важко передбачити.

Тому одним з найголовніших питань є розробка правильної методики виконання очисних робіт [27, 28].

На даний час роботи проводяться в декілька етапів.

Підготовчий період. Головним завданням цього періоду є встановлення черговості та порядку проведення робіт з ліквідації джерела нафтозабруднення. За цього етапу здійснюється вибір об'єкту проведення робіт, збір та систематизація початкової інформації про ступінь, характер та умови проявлення забруднення. Вивчаються літературні та фондові матеріали з даного питання в даному регіоні. Одночасно проводяться польові натурні дослідження та збір даних по існуючим свердловинам та шахтним колодязям та первинне оконтурювання ділянки забруднення. Результати робіт лягають в основу програми детальних геоекологічних досліджень для підготовки проекту проведення очисних робіт.

Детальні геоекологічні дослідження. Основним завданням цього етапу - є остаточна оцінка масштабів забруднення, кількісна та якісна характеристика ЗР, вибір природоохоронних технологій, які мають бути покладені в основу проекту очищення. На цьому етапі проводиться комплекс бурових робіт з застосуванням каротажу та інших геофізичних методів для уточнення контуру плями забруднення, потужності забруднених ґрунтів та наявності НП у ґрунтових водах. Проводяться пробні відкачки НП з метою

визначення можливості його вилучення. Відбираються та аналізуються проби ґрунту та води на вміст НП.

Етап проектування. Цей етап виконується тільки після завершення перших двох етапів, коли з'ясовані та охарактеризовані джерела та вогнища забруднень, визначена черговість та обсяги комплексу очисних робіт та природоохоронних заходів. Як показала практика, позитивний ефект від очисних заходів спостерігається лише тоді, коли проект включає не тільки ліквідацію наслідків забруднення, а й заходи по усуненню (локалізацію) та запобіганню подальшого забруднення. Підготовлена на даному етапі проектна документація повинна отримати позитивний висновок екологічної експертизи органів Мінприроди, узгоджена з Держкомгеології та з місцевими органами влади.

Етап безпосереднього очищення. Цей етап є найважливішим і реалізується після проходження всіх стадій розгляду та узгоджень. Не дивлячись на окремі позитивні результати, вирішення проблеми очищення від нафтозабруднень в Україні знаходиться на початковому етапі.

До вирішення даної проблеми залучено близько десяти вітчизняних та зарубіжних комерційних фірм та компаній. Кожна з цих організацій запропонувала свій підхід до вирішення проблеми, свій набір технічних рішень та обладнання. Серед них: 1) заходи з локалізації - вилучення рідкої фази НП, метод «стіна в ґрунті», гідробар'єр, різні типи дренажу; 2) санаційні заходи оксигенація, адсорбційно-фільтраційні та фізико-хімічні методи очищення, методи біологічної деструкції, біоінженерні споруди та ін.

3.2 Склад робіт з оцінки ризику забруднення підземних вод та ґрунтів

До складу робіт по визначенню стану ПВ і ґрунтів на ділянках забруднення НП входять: 1) характеристика джерела забруднення НП природного середовища; 2) визначення концентрацій індикаторних речовин в

основних елементах НПС з урахуванням їх імовірного розповсюдження; 3) вибір параметрів для розрахунку ймовірних добових доз; 4) ранжування території за інтенсивністю ймовірних проявів забруднення НП; 5) розрахунок величини ризику та визначення стану ПВ і ґрунтів.

Склад робіт по визначенню ризику на ділянках нафтохімічного забруднення не є жорстко регламентованим та допускає гнучкий вибір і корегування об'єму робіт та стратегії проведення досліджень з метою найбільш оперативного, точного й економічного збору необхідної інформації.

При характеристиці джерела (об'єкту) забруднення НПС основними задачами є ідентифікація джерела забруднення, визначення шляхів і механізмів надходження ЗР у ґрунти та ПВ, визначення токсичних індикаторних речовин у складі НП, встановлення обсягу НП, що надійшли до НПС. Крім того на цьому етапі робіт виконується збір і аналіз первинних даних щодо природно-техногенних умов території проведення досліджень.

Визначення концентрацій індикаторних речовин (з урахуванням їх імовірного розповсюдження) здійснюється на основі проведення еколого-гідрогеологічної оцінки ділянки забруднення та прилеглої території

При виконанні еколого-гідрогеологічної оцінки головними задачами є просторова характеристика вмісту ЗР в основних елементах природного середовища, визначення механізмів потенційного розповсюдження забруднення і факторів, що сприяють та (або) перешкоджають розповсюдженню забруднення, прогноз вмісту індикаторних речовин в основних елементах НПС при розповсюдженні забруднення.

Рішення цих задач передбачає збір та аналіз даних щодо природно-техногенних умов території, проведення необхідних польових і лабораторних досліджень, виконання, у випадку необхідності, прогнозних розрахунків.

Розміщення точок випробовування, їх кількість визначаються на основі припущень про шляхи і механізми поширення забруднення таким чином, щоб в найбільш повній мірі охарактеризувати можливість негативного

впливу забруднення вод на здоров'я і безпеку людей, існуючу систему водопостачання, уразливі елементи НПС.

При прогнозі розповсюдження забруднення повинні бути розглянуті найбільш характерні для даної ділянки забруднення механізми переносу ЗР: 1) емісія в атмосферне повітря, внаслідок дифузії із забруднених ґрунтів і запилення забруднених ґрунтів; 2) винос із забруднених ґрунтів і надходження ЗР у ПВ; 3) міграція розчинених ЗР із ПВ; 4) розповсюдження НП у вільній фазі, їх розвантаження у підземні комуникації, височування в місцях дренажування.

Прогноз повинен бути виконаний на такий проміжок часу, на протязі якого вміст забруднюючих речовин буде залишатися на рівні, що становить загрозу (з урахуванням природних процесів розкладу НП і запланованих природоохоронних заходів).

При виконання прогнозних розрахунків приймаються до уваги відомості про природні послаблення переносу ЗР. У тому випадку, коли для конкретної ділянки забруднення вірогідні дані про інтенсивність природного послаблення переносу забруднюючих речовин не представлені, при виконанні прогнозу процеси самоочищення не беруться до уваги.

Розрахункові моделі (аналітичні, числові і т.п.), які використовуються при виконанні прогнозів повинні бути верифіковані таким чином, щоб адекватно відображати природні та техногенні умови досліджуваної ділянки повинні бути представлені і проаналізовані основні припущення, допущення та спрощення, прийняті при розробці моделі та оцінки їх впливу на результати прогнозу. Крім того, повинні бути наведені дані аналізу чутливості моделі до основних розрахункових параметрів, наведено діапазон можливих змін прогнозних концентрацій, в залежності від вибору параметрів.

У тому випадку, якщо при визначенні ймовірної інтенсивності прояву нафтохімічного забруднення, прогноз розповсюдження забруднення не було виконано, повинні бути надані матеріали, які переконливо доводять, що

забруднення локалізовано та розповсюдження ЗР не відбувається. У тому випадку, коли відповідні роботи на ділянці забруднення виконувалися раніше, дані попередніх досліджень можуть бути використані, якщо переконливо доведена коректність їх використання, з урахуванням модифікацій, що відбулися на ділянці забруднення. Вибір параметрів для розрахунку ймовірних доз надходження до організму індикаторних речовин здійснюється на основі аналізу даних про використання земель території (поточне і ймовірне), підземних та поверхневих вод.

В залежності від характеру використання земель та ймовірності використання забрудненої води для пиття визначаються: 1) тривалість негативного впливу; 2) частота потенційних контактів людини із забруднюючою речовиною; 3) добові об'єми повітря, що вдихається та добові об'єми питної води; 4) імовірна добова кількість ґрунту, що надходить до органів травлення.

При характеристиці використання земель повинні бути зібрані дані відносно характеру забудови та підземних комунікацій і виконано аналіз категорій людей, для яких існує загроза негативного впливу в результаті знаходження на ділянці забруднення (мешканці, робітники тощо).

Виділяються ділянки підвищеного доступу людей, аналізуються будь-які обмеження щодо використання землі і доступу на забруднені ділянки та прилеглі території тощо. Визначаються місця підвищеної ймовірності проведення земляних робіт, розміщення відкритих земельних виробок. Характеризуються особливості поверхні ділянки, такі, як наявність ізолюючого покриття, яке обмежує контакт забруднених ґрунтів і людини.

В межах ділянки забруднення та прилеглої території повинні бути охарактеризовані: 1) тип будівель, глибина підвальних приміщень, відстань та розташування будинків і споруд відносно ділянки забруднення; 2) тип і глибина залягання підземних комунікацій, їх розташування відносно ділянки забруднення.

При зборі даних про використання вод території аналізуються головні джерела водопостачання території, характер використання вод (господарсько-питне, сільськогосподарське, технічне), ВГ, що експлуатуються, глибина свердловин та їх дебіт, відстань від ділянки забруднення, напрям підземного потоку і поверхневого стоку відносно ділянки забруднення, ступінь природної захищеності ПВ від забруднення тощо. Розглядаються альтернативні джерела водопостачання (поверхневі водойми і водотоки, інші ВГ тощо), інші умови, які перешкоджають або впливають на майбутнє обладнання водних свердловин на забрудненій ділянці та прилеглих територіях. Аналізується можливість використання забруднених водоносних горизонтів території при відновленні їх якості

Виявляються категорії людей, які використовують різноманітні водозабірні свердловини, комунальні споруди або поверхневі води, що забруднені або знаходяться під загрозою забруднення НП.

До складу робіт можуть бути включені також спеціальні дослідження щодо корегування рекомендованих розрахункових параметрів, (з метою їх уточнення і обґрунтування пом'якшення вимог щодо безпечного стану підземних вод та ґрунтів. Основною метою ранжування території за інтенсивністю імовірних проявів забруднення НП є якісна оцінка реальності загрози надходження до організму шкідливих речовин, забруднення ПВ, накопичення вибухонебезпечних випаровувань, забруднення екологічно уразливих елементів НПС для різних ділянок території.

На основі районування в межах території виділяються *ділянки різної пріоритетності*.

Пріоритет I (критичного ризику) надається ділянкам, в межах яких існує пряма загроза здоров'ю людей внаслідок використання забруднених вод для пиття, контакту із забрудненими ґрунтами і повітрям, а також загроза вибуху або пожежі внаслідок накопичення ЛОК.

Пріоритет II (високого ризику) надається ділянкам, де не виключена потенційна загроза для здоров'я людей, безпечного функціонування

інфраструктури (в першу чергу заглиблених споруд і комунікацій), стану питного водопостачання, уразливих елементів НПС внаслідок поширення забруднення.

Пріоритет III (помірного ризику) надається ділянкам, на яких встановлено, що потенційний вплив нафтохімічного забруднення на здоров'я людей і стан питного водопостачання незначний або носить випадковий, несистематичний характер.

Пріоритет IV (низького ризику) належить до ділянок нафтохімічного забруднення, для яких не встановлені реальні чи потенційні негативні прояви нафтохімічного забруднення ПВ та ґрунтів.

Критерії для виділення пріоритетності ділянок в залежності від інтенсивності проявів забруднення НП наведені у табл. 4.6. Якщо встановлені для різних природних середовищ ділянки пріоритетності не співпадають, ділянці надається мінімальний пріоритет. Так, якщо в межах однієї ділянки встановлено забруднення ПВ II-ї категорії, але за накопиченням ЛОК ділянка належить до I-го пріоритету, їй надається I-й пріоритет.

Категорія ПВ характеризує ймовірність погіршення їх стану як постійного джерела питної води (див. табл. 3.6).

Категорія I надається ділянкам, де нафтохімічне забруднення призвело (або існує пряма загроза) до погіршення якості питних ПВ, що використовуються як основне джерело водопостачання, зокрема: 1) ділянкам нафтохімічного забруднення ПВ, які розташовані в межах 800 м від свердловини централізованого питного водопостачання, що експлуатує забруднений ВГ; 2) ділянкам нафтохімічного забруднення ПВ, розташованим в радіусі 800 м від свердловини централізованого водопостачання, яка експлуатує ВГ, що має безпосередній гідравлічний зв'язок із забрудненим ВГ; 3) ділянкам забруднення НП ґрунтових вод, розташованих в радіусі 800 м від свердловини централізованого питного водопостачання, якщо відсутня документація про ізолювання пластів при облаштуванні свердловин (існує

Таблиця 3.6 - Критерії виділення пріоритетності ділянок

Пріоритет	Підземні води	Ґрунти	Повітря
I	I-а категорія підземних вод. Підземні води є джерелом забруднення існуючого водозабору поверхневих вод або розвантажуються поруч (до 150 м) з поверхневим водозабором.	Вміст забруднюючих речовин в ґрунтах може бути причиною значного впливу на здоров'я людей (ділянки постійного перебування). Підвищена ймовірність контакту з забрудненими ґрунтами (ділянки проведення земельних і будівельних робіт тощо). Забруднені ґрунти є джерелом забруднення підземних вод I-ї категорії.	Наявність в житлових приміщеннях, підземних комунікаціях ЛОК в концентраціях, які можуть бути причиною вибуху чи значного впливу на здоров'я людей. В повітрі за межами житлових приміщень встановлена присутність випарів або завислих часток в кількості, що може спричинити значний вплив на людей
II	II - а категорія підземних вод. Забруднені підземні води розвантажуються поруч (до 150 м) від поверхневих водойм і водотоків, що використовуються у господарстві і побуті, з рекреаційними цілями, а також місць, що є природним середовищем життєдіяльності рослин і тварин, які охороняються.	Ділянки забруднення розташовані на небезпечній відстані (до 150 м) від місць загального використання чи вільного доступу людей (місця проживання, парки, спортивні майданчики, дитячі садки, дошкільні заклади тощо) або доступ на ділянку не обмежений. Забруднені ґрунти є джерелом забруднення підземних вод II-ої категорії.	Ділянка забруднення розташована на небезпечній відстані до підземних комунікацій, підвалів, інших підземних споруд і існує ймовірність накопичення ЛОК у концентраціях, що можуть спричинити вибух або значний вплив на здоров'я людей.

III	III -я категорія підземних вод. Забруднені підземні води розвантажуються не ближче ніж за 500 м від поверхневих водойм та водотоків, які використовуються у господарстві і побуті, з рекреаційними цілями, а також місць, що є природним середовищем життєдіяльності рослин та тварин, які охороняються.	Ділянки забруднення віддалені від місць громадського використання або вільний доступ людей на забруднені ділянки обмежений. Ґрунти є джерелом забруднення підземних вод III-ї категорії.	Спорадичний вплив ЛОК при тимчасовому несистематичному відвідуванні забруднених ділянок.
IV	Не встановлено корисне використання підземних вод.	Забруднені ґрунти не є джерелом загрози здоров'ю людини та погіршення якості підземних вод.	Виключена можливість накопичення у повітрі шкідливих речовин, внаслідок емісії і пиління ґрунтів.

ймовірність попадання ЗР у експлуатаційні ВГ); 4) ділянкам забруднення ВГ, який є єдиним джерелом питного водопостачання території.

Категорія II надається ділянкам, де існує ймовірність погіршення якості ПВ, що використовуються для централізованого та місцевого питного водопостачання. До цієї категорії належать: 1) ділянки нафтохімічного забруднення ПВ, віддалені більш як на 800 м від свердловини централізованого питного водопостачання, що експлуатує забруднений ВГ; 2) ділянки забруднення НП, розташовані в межах 800 м від місцевих джерел питного та господарського водопостачання (поодинокі свердловини, колодязі, джерела тощо); 3) ділянки забруднення НП розташовані в межах 800 м від місцевих джерел питного та господарського водопостачання (поодинокі свердловини, колодязі, джерела тощо), однак основним для території є водопостачання з джерел, які не зазнали нафтохімічного забруднення; 5) ділянки забруднення НП ґрунтових вод, віддалені більш як

на 800 м від свердловини централізованого питного водопостачання, які експлуатують ВГ, що має безпосередній гідравлічний зв'язок із забрудненим ВГ; 6) ділянки забруднення НП ґрунтових вод, віддалені більш як на 800 м від свердловини централізованого питного водопостачання, якщо відсутня інформація про ступінь ізолюваності пластів при облаштуванні свердловин (існує потенційна загроза забруднення ВГ, який використовується для централізованого водопостачання).

Категорія III надається ділянкам, де ймовірність використання забруднених підземних вод для пиття відносно невелика. до цієї категорії належать ділянки забруднення НП: розташовані в межах 800 м від місця використання ПВ у господарстві і побуті, для поливання, водопою худоби тощо; віддалені більш, як на 800 м від місцевих джерел питного та господарського водопостачання. ця ж категорія відноситься до тих територій, де корисне використання ПВ не відмічалось, але забруднений (чи під загрозою забруднення) є ВГ із затвердженими запасами.

Категорія IV надається ділянкам, на яких якість ПВ або водозбагаченість ВГ виключає будь-яке (у тому числі потенційне) їх корисне використання. При визначенні можливості корисного використання ПВ як верхнє граничне значення може бути використана величина загальної мінералізації 5.6 г/дм^3 . Ці води можуть використовуватися у господарстві або для домашньої худоби, якщо інше джерело питної води недоступне.

За водозбагаченістю джерелом водопостачання може вважатися будь-яка споруда, яка каптує води з добовим дебітом 750 дм^3 і більше. Визначення продуктивності відкачки повинно бути показовим для насиченої зони.

При визначенні категорії води не розглядаються екстремальні або надзвичайні ситуації, при яких вода може використовуватися як питна.

3.3 Вибір параметрів

Вибір значень концентрації ЗР здійснюється на основі аналізу даних польових випробовувань. При проведенні розрахунку ризику повинні використовуватися максимально зафіксовані (прогнозні) концентрації ЗР. За наявності даних багатолітніх спостережень, в розрахунках повинні використовуватися максимальні концентрації, що були зареєстровані, якщо тільки дані моніторингу не відбивають явної тенденції до їх зниження з часом. У випадку, коли переконливо доведено, що використання максимальних значень концентрації необґрунтовано завищено, при розрахунку ризику можуть бути використані середні значення концентрації. Припускається, що частка забруднених ґрунтів складає 100% (від площі ділянки забруднення та від поверхні землі до дзеркала ґрунтових вод), якщо тільки не представлені вірогідні дані про розподіл концентрації ЗР в плані і розрізі.

При використанні даних моніторингу минулих років повинно бути наведено підтвердження того, що проби ґрунтів та ПВ відображують поточний стан ділянки забруднення. При виборі розрахункових концентрацій необхідно враховувати можливі їх зміни у сезонному циклі, наприклад, у зв'язку з коливаннями рівня ґрунтових вод. Для ділянок потенційного прояву нафтохімічного забруднення концентрації ЗР, необхідні для розрахунку величини ризику, визначаються на основі виконання кількісного прогнозу розповсюдження ЗР.

При визначенні стану ПВ і ґрунтів на ділянках нафтохімічного забруднення тривалість негативного впливу τ , частота потенційних контактів людини із забруднюючою речовиною ϑ , добовий об'єм повітря, що вдихається V_A і добова кількість ґрунту, що надходить до організму людини через органи травлення m_s (η), добовий об'єм питної води V_w вибираються в залежності від характеру використання земель та категорії води. Значення параметрів, що використовуються у розрахунках величини

канцерогенного та неканцерогенного ризиків для здоров'я людей визначаються на основі проведення спеціальних досліджень.

Якщо дані спеціальних досліджень відсутні, при розрахунках необхідно використовувати рекомендовані значення параметрів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Рекомендовані значення розрахункових параметрів

Розрахункові параметри	Використання ділянки, категорія води		
	Житлове, I, II	промислове I, II	періодичний доступ, III
τ_k (років)	70		
ω (кг)	70-дорослі 15-діти	70	70
τ (років)	30	25	9
$\mathcal{G}$ (днів)	350	250	24
V_A (м ³)	10	6.7	1.25
V_w (л)	2.0	1.0	1.4
m_s (мг)	100-дорослі 200-діти	50	50
η (мг-рік/кг-день)	114		

Рекомендовані розрахункові параметри є найбільш ймовірними і вибрані з міркувань забезпечення максимальної безпеки для здоров'я людей. У тому випадку, якщо на основі спеціальних досліджень наведені переконливі дані, які свідчать, що для конкретної ділянки забруднення НП значення параметрів необґрунтовано завищені, у розрахунках можуть використовуватися обґрунтовано скореговані значення розрахункових параметрів.

При розгляді характеру використання земель береться до уваги як поточне, так і можливе їх використання. За відсутністю даних щодо майбутнього використання земель ділянки забруднення та територій імовірного розповсюдження забруднення, припускається використання земель для житлової забудови, якщо немає переконливих доказів іншого, більш ймовірного їх використання. У загальному випадку припускається, що території, які використовуються для житлового будівництва, залишаються такими і надалі. Припускається також, якщо немає інших даних, що ділянки,

які оточені діючими промисловими об'єктами, будуть і надалі промисловими зонами. Припущення про майбутнє використання земель повинно належати до такого проміжку часу в майбутньому, на протязі якого вміст забруднюючих речовин буде залишатися на рівнях, які загрожують людському здоров'ю і безпеці.

Для промислових об'єктів, які мають на своїй території об'єкти житлового використання (гуртожитки, готельні комплекси, дитсадки тощо) величина ризику розраховується як для житлових територій, якщо відповідальна сторона не може надати переконливу інформацію про тимчасове (до очищення ділянки) закриття цих об'єктів.

При виборі розрахункових параметрів повинен бути виконаний аналіз категорій людей, для яких існує загроза негативного впливу в результаті знаходження на ділянці забруднення (мешканці, робітники тощо). Параметри ρ , K_i, K_j , f_{oc} , θ_w , θ_a , H , що характеризують властивості ґрунтів, визначаються на основі проведення експериментальних досліджень проб ґрунтів, які відібрані на забруднених територіях. За відсутністю даних спеціальних досліджень по визначенню параметрів, для орієнтовних розрахунків рекомендується використовувати наступні значення параметрів: $\rho = 1.8 \text{ кг/л}$; $f_{oc} = 0.002$; $\theta_w = 0.1$; $\theta_a = 0.25$. Рекомендовані значення K_i, K_j , та H_i, H_j для різних ЗР наведено у табл. 3.8.

Концентрації ЗР у повітрі C_A^i, C_A^j , кількість речовини в одиниці об'єму атмосферного повітря, що надходить при пилінні- χ та дифузії- ζ , визначаються безпосередніми вимірами на ділянці забруднення або шляхом розрахунку. Значення F і FW у формулах для визначення ризику забруднення підземних вод та ґрунтів F і FW визначаються на основі проведення спеціальних досліджень із використанням відповідних моделей міграції ЗР. При розрахунках можна приймати $F = 0.1$.

Таблиця 3.8 - Значення рекомендованих розрахункових параметрів
для пріоритетних речовин

Речовина	H_i при 20°C атм·м ³ /моль	K_i , л/кг	S_i , мг/дм ³	D_i , см ² /сек	Q_i , г/см ³
Аценофен	$9.2 \cdot 10^{-5}$	4600	3.42	0.0695	$4.1 \cdot 10^{-5}$
Ацетон	$2.06 \cdot 10^{-5}$	2.2	$1 \cdot 10^{-6}$	0.1093	$1.92 \cdot 10^{-2}$
Антрацен	$1.02 \cdot 10^{-3}$	14000	$4.5 \cdot 10^{-2}$	0.0568	$1.49 \cdot 10^{-4}$
Бензол	$5.59 \cdot 10^{-3}$	83	1750	0.0933	$1.38 \cdot 10^{-1}$
Бензо (а) антрацен	$1.158 \cdot 10^{-6}$	1380000	$5.7 \cdot 10^{-3}$	0	0
Бензо (b) флюорантен	$1.18 \cdot 10^{-5}$	550000	0.014	0	0
Бензо (к) флюорантен	$3.94 \cdot 10^{-5}$	550000	$4.3 \cdot 10^{-3}$	0	0
Бензо (а) пірен	$6.197 \cdot 10^{-7}$	550000	0.003	0	0
Дибензо (а, h) антрацен	$7.31 \cdot 10^{-8}$	330000	0.0005	0	0
Дихлорбензол (1,2,3)	$1.93 \cdot 10^{-3}$	1700	$1 \cdot 10^{+2}$	0.0688	$2.33 \cdot 10^{-3}$
Дихлорбензол (1,4)	$2.89 \cdot 10^{-3}$	1700	$7.7 \cdot 10^{+1}$	0.0688	$3.49 \cdot 10^{-3}$
Етилбензол	$6.43 \cdot 10^{-3}$	1100	152	0.0748	$1.2 \cdot 10^{-2}$
Флюорисцен	$6.46 \cdot 10^{-6}$	38000	$2.06 \cdot 10^{-1}$	0	0
Формальдегід	$9.87 \cdot 10^{-7}$	3.6	$4.00 \cdot 10^{+5}$	0	0
Індено (1,2,3) пірен	$6.86 \cdot 10^{-8}$	1600000	$5.3 \cdot 10^{-4}$	0	0
Метилетилкетон	$2.74 \cdot 10^{-5}$	4.5	$2.68 \cdot 10^{+5}$	0.0943	$1.25 \cdot 10^{-2}$
Нафталін	$1.293 \cdot 10^{-3}$	1300	30	0.059	$2.03 \cdot 10^{-3}$
Пірен	$5.111 \cdot 10^{-6}$	38000	0.13	0	0
Толуол	$6.37 \cdot 10^{-3}$	300	535	0.0838	$4.35 \cdot 10^{-2}$
Ксилол	$7.04 \cdot 10^{-3}$	240	198	0.074	$6.01 \cdot 10^{-2}$

Величина ризику для здоров'я людини визначається окремо для кожної з індикаторних речовин як сума ризиків від надходження цієї речовини до організму із ПВ, що використовуються для пиття, з повітрям, що вдихається та з частками забрудненого ґрунту. В залежності від здатності індикаторних речовин призводити до канцерогенного ефекту (класу канцерогенності речовин) розраховуються канцерогенні та неканцерогенні ризики.

Значення α_i та β_i для різних речовин та класи їх канцерогенної небезпеки наведені у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Значення питомого канцерогенного ризику

Речовина	a_i , кг/мг		β_i , кг/мг	Клас канцерогенності
	1-й пріоритет	2,3-й пріоритет		
Бензол	0.0174	0.029	0.029	A
Бензо (а) антрацен	0.730		0.610	B
Бензо (б) фторантен	0.730		0.610	B
Бензо (к) фторантен	0.073		0.061	B
Бензо (а) пірен	4.269	7.300	6.100	B
Дихлорбензол (1.4)	0.00112	0.0024	0.0024	C
Дибензоантрацен	7.300		6.100	B
Інденопірен (1,2, 3)	0.73		0.610	B

Розрахункові залежності для визначення ймовірних добових доз надходження речовин до організму людини наведені у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 - Розрахункові залежності для визначення величини ймовірних добових доз канцерогенних речовин

Надходження і-ої канцерогенної речовини		Розрахункові залежності
До органів травлення з підземними водами, які використовуються для пиття :		$D_w^i = \frac{C_w^i \times V_w \times \tau \times \vartheta}{\omega \times \tau_k \times 365 \text{ дн.}}$
До органів травлення з частками забрудненого ґрунту	Житлові території:	$D_s^i = \times \frac{C_s^i \times \theta \times \eta \times 10^{-6} \text{ кг / мг}}{\tau_k \times 365 \text{ дн.}}$
	Промислові території:	$D_s^i = \times \frac{C_s^i \times \theta \times m_s \times \tau \times 10^{-6} \text{ кг / мг}}{\tau_k \times \omega \times 365 \text{ дн.}}$
До органів дихання при накопиченні ЛОК у закритих приміщеннях		$D_A^i = \frac{C_A^i \times \tau \times \theta \times V_A}{\omega \times \tau_k \times 365 \text{ дн.}}$
До органів дихання на ділянках пиління забруднених ґрунтів і при дифузії ЛОК в атмосферне повітря із забруднених ґрунтів		$D_{SD}^i = \frac{\tau \times V_A \times \theta}{\tau_k \times \omega \times 365 \text{ дн.}} (\chi + \zeta)$

Величина ризику впливу і-ої канцерогенної речовини на здоров'я людини визначається за формулою (3.11):

$$R_{\pi}^i = \alpha_i (D_w^i + D_s^i) + \beta_i (D_A^i + D_{SD}^i) \quad (3.11)$$

Величина ризику впливу j-ої неканцерогенної речовини на здоров'я людини визначається за формулою:

$$R_{\pi}^j = \frac{(D_w^j + D_s^j)}{\varepsilon_j} + \frac{(D_A^j + D_{SD}^j)}{\delta_j} \quad (3.12)$$

Значення питомих соматичних доз для неканцерогенних речовин списку наведені у табл. 3.11.

Таблиця 3.11 - Значення питомих соматичних доз для неканцерогенних речовин

Речовина	ε_j		δ_j
	1-й пріоритет	2,3-й пріоритет	
Аценофен	0.06		0.06
Ацетон	0.1		0.1
Антрацен	0.3		0.3
Дихлорбензол (1.2)	0.0164	0.090	0.0571
Дихлорбензол (1.3)	0.0164	0.089	0.089
Етилбензол	0.0191	0.1	0.1
Флюорисцен	0.04		0.04
Формальдегід	0.20		0.20
Метилетилкетон	0.60		1.0
Нафталін	0.04		0.04
Пірен	0.03		0.03
Толуол	0.0274	0.2	0.4
Ксилол	0.274	2	2

Розрахункові залежності для визначення ймовірних добових доз надходження речовин до організму людини наведені у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 - Розрахункові залежності для визначення величини ймовірних добових доз неканцерогенних речовин

Надходження j-ої неканцерогенної речовини	Розрахункові залежності
До органів травлення з підземними водами, що використовуються для пиття:	$D_w^j = \frac{C_w^j \times V_w \times \vartheta}{\omega \times 365 \text{ дн.}}$
До органів травлення з частками забрудненого ґрунту:	$D_s^j = \frac{C_s^j \times \theta \times m_s \times 10^{-6} \text{ кг / мг}}{\omega \times 365 \text{ дн.}}$
До органів дихання при накопиченні ЛОК у закритих приміщеннях:	$D_A^j = \frac{C_A^j \times V_A \times \theta}{\omega \times 365 \text{ дн.}}$
До органів дихання на ділянках піління забруднених ґрунтів і при дифузії ЛОК в атмосферне повітря із забруднених ґрунтів:	$D_{SD}^j = \frac{V_A \times \theta}{\omega \times 365 \text{ дн.}} (\chi + \zeta)$

Основними механізмами нафтохімічного забруднення ПВ є надходження ЗР у ПВ із забруднених ґрунтів та розповсюдження разом із потоком забруднених ПВ. При забрудненні ґрунтів i-ою канцерогенною речовиною величина ризику забруднення ПВ визначається за формулою:

$$R_{CW}^i = \frac{\rho C_S^i}{S_i (0.02 \rho K_i + \theta_w + \theta_a H_i')} \quad \text{якщо} \quad \frac{F S_i}{\bar{C}_w^i} \leq 1, \quad (3.13)$$

та за формулою:

$$R_{CW}^i = \frac{F \rho C_S^i}{\bar{C}_w^i (\rho K_i f_{oc} + \theta_w + \theta_a H_i')} \quad \text{якщо} \quad \frac{F S_i}{\bar{C}_w^i} > 1. \quad (3.14)$$

де $\bar{C}_w^i$ - вміст i -ої канцерогенної речовини в ПВ, при якому величина ризику для здоров'я людини не перевищує безпечного значення.

Для канцерогенних речовин рекомендується приймати $\bar{C}_w^i$ рівними $\frac{8.52 \times 10^{-5}}{\alpha_i}$, $\frac{8.52 \times 10^{-4}}{\alpha_i}$ і $\frac{4.06 \times 10^{-3}}{\alpha_i}$ для ПВ I-ї, II-ї та III-ї категорій відповідно.

Ризик забруднення ПВ при забрудненні ґрунтів j -ю неканцерогенною речовиною розраховується за формулами (4.15) якщо $\frac{F S_j}{\bar{C}_w^j} \leq 1$, та (3.16)

при $\frac{F S_j}{\bar{C}_w^j} > 1$ відповідно:

$$R_{CW}^j = \frac{\rho C_S^j}{S_j (0.02 \rho K_j + \theta_w + \theta_a H_j')} \quad (3.15)$$

$$R_{CW}^j = \frac{F \rho C_S^j}{\bar{C}_w^j (\rho K_j f_{oc} + \theta_w + \theta_a H_j')} \quad (3.16)$$

де $\bar{C}_w^j$ - безпечний вміст j -ої неканцерогенної речовини в підземних водах. Значення $\bar{C}_w^j$ для неканцерогенних речовин рекомендується приймати рівними $36.5 \varepsilon_j$ для ПВ I-ї, II-ї категорії та $52.1 \varepsilon_j$ для ПВ III-ї категорії.

Величина ризику забруднення ПВ при розповсюдженні i -ї канцерогенної речовини із потоком ПВ визначається за формулою:

$$R_w^i = \alpha_i D_w^i F_w, \quad (3.17)$$

де $D_w^i = \frac{C_w^i}{85.17}$ для ПВ I-ї та II-ї категорії використання, $D_w^i = \frac{C_w^i}{405.6}$ - для підземних вод III-ї категорії використання.

Величина ризику забруднення ПВ при розповсюдженні j -ї неканцерогенної речовини із потоком ПВ визначається за формулою:

$$R_w^j = \frac{D_w^j F_w}{\varepsilon_j}, \quad (3.18)$$

де $D_w^j = \frac{C_w^j}{36.5}$ для ПВ I-ї та II-ї категорії використання, $D_w^j = \frac{C_w^j}{52.1}$ - для

ПВ III-ї категорії використання.

Величина ризику накопичення вибухонебезпечних випарів характеризується співвідношенням між установленим вмістом у повітрі летких речовин і таким їх вмістом, при якому буде відстуня загроза займистості або вибуху таких речовин. Висновок про безпеку вибуху робиться на підставі вимірів вмісту ЛОК у повітрі в потенційно-небезпечних для накопичення місцях із використанням визначника займистих газів. Значення максимально допустимої концентрації випарів у ґрунтовому повітрі для деяких сполук наведені в табл. 3.13.

Таблиця 3.13 - Максимально допустимі концентрації випарів у повітрі

Речовини	Нижня вибухова межа%	Припустимі рівні, %
Бензин	1.2	0.30
Дизельне паливо	1.3	0.32
Паливні масла	0.6	0.15
Гас	0.7	0.18
Бензол	1.3	0.32
Етилбензол	1.0	0.25
Толуол	1.2	0.30
Ксилол	1.0	0.25
n-гексан	1.2	0.28

Якщо прямий вимір зробити не можна, концентрація теоретичного максимуму летучих вуглеводнів у ґрунті C_a^* може бути розрахована з використанням формули 3.19:

$$C_a^* = \frac{\rho C_s H'}{\rho K f_{oc} + \theta_w + \theta_a H'} \quad (3.19)$$

При цьому припускається, що НП у вільній фазі на ділянці забруднення видалені. У разі присутності НП у вільній фазі поблизу заглиблених

комунікацій, підвалів будинків і споруд ситуація не може вважатися прийнятною за умовами вибухонебезпеки.

Оцінка стану ґрунтів та ПВ дається на підставі порівняння розрахованих величин ризиків з припустимими величинами ризику, значення яких наведені у табл. 3.14.

Таблиця 3.14 - Припустимі величини ризиків

Вид загрози	Пріоритет ділянки	Припустима величина ризику		
		Канцерогени		Неканцерогени
		Клас небезпеки		
		A, B	C	
Ризик для здоров'я людини	I	1x10-6	1x10-5	1
	II та III	1x10-5	1x10-4	
Ризик забруднення підземних вод: • При винесенні з ґрунту • При розповсюдженні із підземними водами	I, II та III	1	1	1
	I	1x10-6	1x10-5	1
	II та III	1x10-5	1x10-4	
Ризик накопичення вибухових випаровувань	Нафтопродукти у вільній фазі на ділянці забруднення видалені. Концентрація ЛОК < 25% нижньої вибухової межі			

Крім того, безпечним може бути визнаний такий стан ділянки нафтохімічного забруднення при якому: 1) вільна фаза НП повинна бути повністю видалена з ґрунтів, підземних комунікацій, заглиблених підвалів тощо; 2) вміст сумарних НП у водозабірних спорудах не повинен перевищувати ГДК для питного водопостачання; 3) сумарні НП в ПВ і місцях їх розвантаження не повинні створювати ніяких неприємних запахів; 4) сумарні НП не повинні шкідливо впливати на рослинність, особливо там, де вона використовується як корм для тварин; 5) дані моніторингу ділянки повинні показати, що вміст сумарних НП стабільний або знижується.

4 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ І ПІДЗЕМНИХ ВОД

4.1 Розрахунок накопичення летких органічних компонентів у атмосферному повітрі внаслідок знаходження із забруднених ґрунтів

4.1.1 Кількість речовини в одиниці об'єму атмосферного повітря, що надходить з твердими частками забрудненого ґрунту при пилінні, за відсутністю даних прямих вимірів, розраховується за формулою:

$$\chi = \frac{S(1-G')}{L} \times \frac{(v_{cp})^3}{vD_h} \times 2.37 \times 10^{-13} \frac{\kappa z}{m^3} \times \left(\frac{сек}{м}\right)^2 \quad (4.1)$$

де S - площа забрудненої ділянки, m^2 ; L - довжина забрудненої ділянки, m ; G' - частка ділянки, поверхня якої виключає запилення; v_{cp} - середньорічна швидкість вітру, m/c ; v - швидкість вітру в зоні змішування, m/c ; D_h - висота дифузії, m .

За відсутністю даних про метеорологічні характеристики ділянки, рекомендується користуватися наступними значеннями: $v_{cp} = 4.5 m/c$, $v = 2.25 m/c$, $D_h = 2.0 m$.

Потенційне накопичення у повітрі летких органічних компонентів, внаслідок їх дифузії із забруднених ґрунтів ζ може бути розраховане за формулою:

$$\zeta = \frac{S(1-G'')}{LvD_h} \times \sqrt{\frac{\gamma n^{1.33}(1-n)}{\pi T}} \times \sqrt{D_i Q_i} \times 20 \frac{\kappa z}{c} \times \left(\frac{cm}{m}\right)^2 \quad (4.2)$$

де G'' - частка ділянки, покритої поверхнею, що виключає дифузію ЛОК; γ - питома вага кістяка ґрунту, $г/см^3$; n - істинна пористість ґрунту; T - тривалість накопичення ЛОК, c ; D_i - ефективна швидкість дифузії i -ої речовини, $см^2/с$; Q_i - коефіцієнт розподілу i -ої речовини ґрунт-повітря, $г/см^3$.

При проведенні розрахунків рекомендується приймати значення $T = 9.5 \times 10^8$ для житлових ділянок і $T = 7.9 \times 10^8$ для промислових територій.

Інші параметри визначаються на основі проведення дослідно-експериментальних досліджень із зразками ґрунту, що були відібрані на ділянці забруднення.

За відсутністю даних спеціальних досліджень рекомендується приймати $\gamma = 2.65 \text{ г/см}^3$, $n = 0.35$.

Рекомендовані для проведення розрахунків значення ефективної швидкості дифузії D_i и коефіцієнтів розподілу Q_i для різних речовин наведені у табл. 2.8.

4.1.2 Значення концентрацій ЛОК у закритих приміщеннях, що провітрюються рівномірним потоком повітря визначаються за формулою:

$$C^i_A = E_i / (u W H) \quad (4.3)$$

Де C^i_A - концентрація i -ої речовини у повітрі, мг/м^3 ; E_i - середня швидкість емісії i -ої речовини, г/с ; u - середньорічна швидкість вітру, м/с ; W - ширина приміщення, яка перпендикулярна переважному напрямленню вітру, м ; H - висота зони змішування, м .

У рівнянні (5.3) швидкість емісії, E_i може бути оцінена використовуючи відомі моделі емісії летучих речовин із забрудненого ґрунту, наприклад:

$$E_i = 10^2 A D_{og} (C^i_g - C^i_a) / d \quad (4.4)$$

де E_i - швидкість емісії хімічних речовин у сталому стані, г/с ; A - площа джерела забруднення, м^2 ; D_{og} - коефіцієнт ефективної дифузії речовини у повітрі, $\text{см}^2/\text{с}$; C^i_g - концентрація газової фази i -ої речовини у повітрі, г/см^3 ; C^i_a - концентрація i -ої речовини у повітрі над поверхнею ґрунту, г/см^3 ; d - глибина ґрунтового покриття, м ; 10 - фактор конверсії, см/м .

Розрахункова схема наведена на рис. 4.1.

У більшості випадків, з точністю достатньої для інженерних розрахунків величину C^i_a , можна вважати рівною нулю.

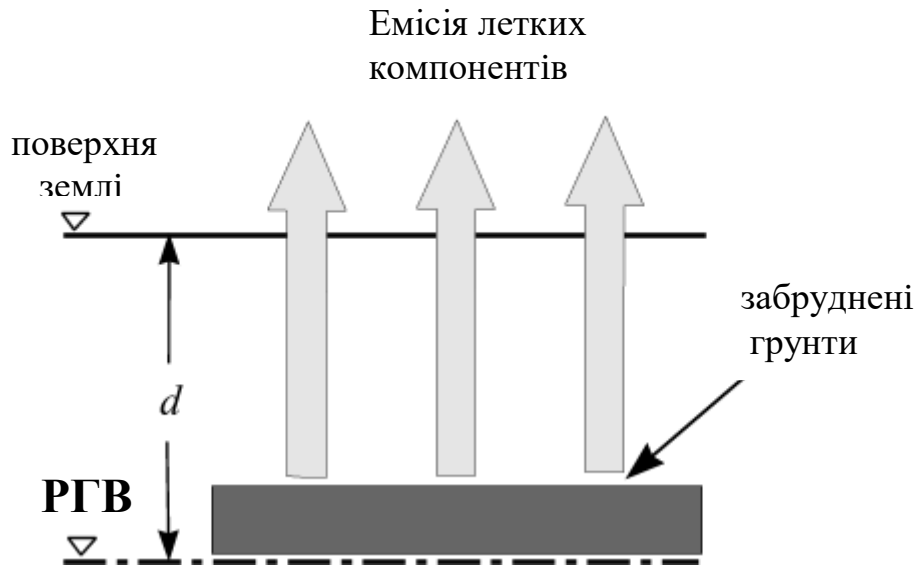


Рис. 4.1 - Розрахункова схема для визначення емісії ЛОК

У цьому випадку рівняння (4.4) приймає наступний вигляд:

$$E_i = 10^2 AD_{og} C_g^i / d \quad (4.5)$$

Коефіцієнт ефективної дифузії для хімічних речовин у ґрунті може бути визначений за формулою:

$$D_{og} = D_i \theta_g^{10/3} / \theta^2 \quad (4.6)$$

де D_i - коефіцієнт дифузії i -ої речовини у повітрі, $\text{см}^2/\text{с}$;
 θ - загальна пористість ґрунту; θ_g - відношення об'єму пор, заповнених газом до загального об'єму пор (см^3 газу / см^3 об'єму вільних пор вологого ґрунту).

Для сухих ґрунтів, заповнених газом об'єм пор приблизно рівний загальному об'єму пор, і рівняння (6.6) приймає вигляд:

$$D_{og} = D_i \theta^{4/3} \quad (4.7)$$

Значення коефіцієнтів газової дифузії для індикаторних речовин, які визначені при температурі 20°C були наведені у табл. 4.8.

Перерахування коефіцієнтів газової дифузії для реальної температури ґрунтів ділянки забруднення може бути виконано за формулою:

$$D_{i(T_2)} = D_{i(T_1)} (T_2 / T_1)^{1.75} \quad (4.8)$$

де $D_{i(T_2)}$, $D_{i(T_1)}$, - коефіцієнт дифузії хімічної речовини і при температурах T_2 і T_1 відповідно, $\text{см}^2/\text{с}$; T_2 - температура ґрунтового газу, K ; T_1 - температура ґрунтового газу, для якої визначені коефіцієнти дифузії (293 K).

4.2 Розрахунок безпечного стану підземних вод і ґрунтів

В результаті систематичних витоків НП на ділянці їх відвантаження споживачу сформувалася ділянка нафтохімічного забруднення ґрунтів загальною площею 17100 м^2 . З них 13500 м^2 відносяться до території промислового використання і 3600 м^2 -житлова зона. Лінійні розміри забрудненої ділянки наступні: 1) 150 і 90 м – відповідно довжина і ширина промислового майданчика; 2) 40 і 90 м – довжина і ширина житлової зони.

У складі сумарних НП встановлено вміст наступних токсичних речовин з індикаторного списку: бензол, бенз(а) пірен, метилетилкетон, пірен і толуол. Бензол і бенз(а)пірен відносяться до канцерогенних речовин, інші речовини – не є канцерогенними.

ПВ першого від поверхні ВГ території, що прилягає до ділянки забруднення, використовуються місцевим населенням як джерело для господарсько-питного водопостачання. Найближчі колодязі, які експлуатують ВГ, що потенційно забруднюється знаходяться на відстані 500-700 м від ділянки забруднення, нижче по потоку від неї. Основним джерелом питного водопостачання території є водоносний горизонт, що залягає нижче, з якого і здійснюється водопостачання промислового майданчика. Аналіз гідрогеологічної ситуації показує, що гідравлічний зв'язок між забрудненням та ВГ, які залягають нижче, практично відсутній. Представлена переконлива інформація про те, що технологія обладнання свердловин для водопостачання промислового об'єкту виключає надходження забруднених ПВ першого від поверхні горизонту у горизонти, що залягають нижче, по стовбуру свердловини.

Поверхня ділянки забруднення, що належить до промислового майданчика може бути охарактеризована таким чином:

- 80% від загальної площі промислового майданчика - асфальт, що виключає пиління забруднених ґрунтів і дифузію ЛОК, 20% від загальної площі промислового майданчика – поверхня, що не виключає надходження в атмосферу речовин при дифузії і пилінні ґрунтів;

- в межах житлової території 30% від площі може бути віднесене до непроникної поверхні і 70% ділянки становлять ґрунти, що не виключають пиління і дифузію.

Спеціальні дослідження по визначенню розрахункових параметрів на забрудненій ділянці не проводилися. Таким чином при визначенні безпечного стану ПВ та ґрунтів на ділянці нафтохімічного забруднення були використані рекомендовані значення розрахункових параметрів. При виборі розрахункових параметрів враховувалася категорія води і характер використання землі.

Аналіз використання забруднених ПВ дозволив віднести їх до 2-ї категорії (ділянки нафтохімічного забруднення ПВ, які розташовані в межах 800 м від місцевих джерел питного та господарського водопостачання, однак основним для території є водопостачання з джерел, які не зазнали нафтохімічного забруднення).

Таким чином, величина допустимого ризику для канцерогенних речовин приймалася рівною 1×10^{-5} .

ПВ, які потенційно забруднюються, використовуються мешканцями, що дозволяє прийняти наступні розрахункові параметри: $V_w = 2 \text{ дм}^3$, $\omega = 70 \text{ кг}$, $\theta = 350$ $\tau_k = 70 \text{ лет}$, $\tau = 30 \text{ лет}$.

Безпечні, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрації бензолу:

$$\bar{C}_{W(\text{бензол})}^i = 1 \times 10^{-5} \frac{70 \times 70 \times 365}{2 \times 30 \times 350 \times 0.029} = 0.029 \text{ мг/дм}^3.$$

Безпечні, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрації бенз(а)пірену:

$$\bar{C}_{W(\text{бензопирен})}^i = 1 \times 10^{-5} \frac{70 \times 70 \times 365}{2 \times 30 \times 350 \times 7.3} = 1.17 \times 10^{-4} \text{ мг/дм}^3.$$

Безпечні, з точки зору загрози здоров'ю людини, концентрація у підземних водах для метилетилкетону становить:

$$\bar{C}_{W(\text{метилэтилэтон})}^j = \frac{70 \times 365 \times 0.6}{2.0 \times 350} = 21.9 \text{ мг/дм}^3.$$

Аналогічно, для пірену безпечний вміст у ПВ становить:

$$\bar{C}_{W(\text{метилэтилэтон})}^j = \frac{70 \times 365 \times 0.03}{2.0 \times 350} = 1.095 \text{ мг/дм}^3.$$

Для толуолу значення безпечної концентрації дорівнює 7.3 мг/дм³.

Для визначення безпечних для здоров'я людини концентрацій речовин у ґрунті повинні бути (за відсутністю даних безпосередніх вимірів) розраховані параметри χ і ζ , що характеризують накопичення в атмосфері ЗР внаслідок запилювання і дифузії.

Згідно з вихідними даними при розрахунках приймається: $v_{cp} = 4.5$ м/с, $v = 2.25$ м/с, $D_h = 2.0$ м.

Для житлової території $G' = 0.3$, $L = 40$ м, для промислового майданчика $G' = 0.8$, $L = 150$ м.

$$\chi = \frac{3600(1-0.3)}{40} \times \frac{4.5^3}{2.25 \times 2.0} \times 2.37 \times 10^{-13} = 3.024 \times 10^{-10}.$$

Для промислової ділянки:

$$\chi = \frac{13500(1-0.8)}{150} \times \frac{4.5^3}{2.25 \times 2.0} \times 2.37 \times 10^{-13} = 8.63 \times 10^{-11}.$$

Спеціальні дослідження по визначенню розрахункових параметрів на забрудненій ділянці не проводилися, тому використовувались рекомендовані значення параметрів: $\gamma = 2.65$ г/см³, $n = 0.35$, $T = 9.5 \times 10^8$ с – для житлових територій і $T = 7.9 \times 10^8$ – для промислового майданчика.

Крім того, $G'' = 0.8$ – для промислового майданчика і 0.3 – для житлової зони.

Рекомендовані значення D_i і Q_i для речовин індикаторного списку наведені у табл. 4.8 (значення D_i і Q_i для бенз(а)пірена і пірена рівні 0, тобто ці речовин не відносяться до летких компонентів).

Таким чином розрахунки дифузії ЛОК виконуються для бензолу, метилетилкетону і толуолу.

Для промислової території дифузія бензолу розраховується так:

$$\zeta = \frac{13500(1-0.8)}{150 \times 2.25 \times 2.0} \times \sqrt{\frac{2.65 \times 0.35^{1.33}(1-0.35)}{\pi 7.9 \times 10^8}} \times \sqrt{0.0933 \times 0.138 \times 20} = 1.19 \times 10^{-4}.$$

Для житлової території:

$$\zeta = \frac{3600(1-0.3)}{40 \times 2.25 \times 2.0} \times \sqrt{\frac{2.65 \times 0.35^{1.33}(1-0.35)}{\pi 9.5 \times 10^8}} \times \sqrt{0.0933 \times 0.138 \times 20} = 3.8 \times 10^{-4}.$$

Для метилетилкетону відповідні значення дорівнюють:

$\zeta = 3.6 \times 10^{-5}$ - для промислового майданчика і $\zeta = 1.15 \times 10^{-4}$ - для житлової території.

Аналогічно для толуолу одержуємо $\zeta = 6.33 \times 10^{-5}$ - для промислового майданчика і $\zeta = 2.02 \times 10^{-4}$ - для житлової території.

Допустима величина ризику для територій постійного перебування людей рівна 1×10^{-6} . З урахуванням розрахованих раніше параметрів накопичення речовин у повітрі ζ і χ та значень питомого канцерогенного ризику α і β і, визначимо безпечні концентрацію бензолу у ґрунтах житлової зони:

$$\bar{C}_{SH(\text{бензол})}^i = 1 \times 10^{-6} \times \frac{70 \times 70 \times 365}{350(0.029 \times 15 \times 114 \times 10^{-6} + 15 \times 0.0291 \times 30(3.024 \times 10^{-10} + 3.8 \times 10^{-4}))} = 0.982 \text{ мг/кг.}$$

Для промислового майданчика:

$$\bar{C}_{SH(\text{бензол})}^i = 1 \times 10^{-6} \times \frac{70 \times 70 \times 365}{250(0.029 \times 50 \times 10^{-6} + 20 \times 0.0291(8.64 \times 10^{-11} + 1.19 \times 10^{-4}))} = 4.05 \text{ мг/кг.}$$

Аналогічно розраховуємо безпечні для здоров'я людей концентрації бензо(а)пірену.

Для ґрунтів житлової території $\bar{C}_{SH(\text{бензопирен})}^i = 0.088$ мг/кг, для промислового майданчика $\bar{C}_{SH(\text{бензопирен})}^i = 0.784$ мг/кг.

Для житлової зони:

$$\bar{C}_{SH(\text{метилэтилкетон})}^j = \frac{365 \times 15}{350 \left(200 \frac{10^{-6}}{0.6} + \frac{15}{1.0} (3.024 \times 10^{-10} + 1.15 \times 10^{-4}) \right)} = 7.6 \times 10^3 \text{ мг/кг.}$$

Для промислової зони:

$$\bar{C}_{SH(\text{метилэтилкетон})}^j = \frac{365 \times 70}{250 \left(50 \frac{10^{-6}}{0.6} + \frac{20}{1.0} (8.64 \times 10^{-11} + 3.6 \times 10^{-4}) \right)} = 1.27 \times 10^5 \text{ мг/кг.}$$

Після аналогічних розрахунків одержуємо безпечні для здоров'я людини концентрації й інших неканцерогенних речовин.

Безпечні концентрації пірену у ґрунтах для житлової та промислової територій відповідно рівні 2.346×10^3 мг/кг і 6.132×10^4 мг/кг.

Безпечні концентрації толуолу для житлової та промислової зон дорівнюють 1.824×10^3 мг/кг та 2.994×10^4 мг/кг відповідно.

Враховуючи, що на ділянці забруднення дослідні роботи по визначенню ємкісних, сорбційних та фільтраційних властивостей ґрунтів не виконувалися у розрахунках були використані рекомендовані значення параметрів, див. п. 5.3:

$$\rho = 1.8 \text{ кг/л}; f_{oc} = 0.02 \text{ и } 0.002; \theta_w = 0.1; \theta_a = 0.25, F = 100.$$

Значення $\bar{C}_w^i, \bar{C}_w^j$, що входять у розрахункові залежності, були визначені вище, при розрахунку безпечних концентрацій речовин у підземних водах.

Концентрація бензолу, безпечна з точки зору забруднення підземних вод рівна:

$$\bar{C}_{SW(\text{бензол})}^i = \frac{0.029 (0.002 \times 1.8 \times 83 + 0.1 + H_i' (0.35 - 0.1))}{1.8} \times 100 = 0.734 \text{ мг/кг.}$$

Концентрація граничного насичення C_{sat}^i бензолу у ґрунтах визначається таким чином:

$$\bar{C}_{Sat(бензол)}^i = \frac{1750(0.02 \times 1.8 \times 83 + 0.1 + H_i'(0.35 - 0.1))}{1.8} = 3.052 \times 10^3 \text{ мг/кг.}$$

Із умов $\bar{C}_{sw}^i = C_{Sat}^i$, якщо $\bar{C}_{sw}^i > C_{Sat}^i$ та $\bar{C}_{sw}^j = C_{Sat}^j$, якщо $\bar{C}_{sw}^j > C_{Sat}^j$

одержуємо безпечні з точки зору забруднення ПВ концентрації індикаторних речовин у ґрунтах: бензол- 0.734 мг/кг, бензо(а)пірен -128.3 мг/кг, метилетилкетон -141.72 мг/кг, пірен-9.887 мг/кг, толуол- 370.4 мг/кг.

Таким чином, як допустимі безпечні значення для ґрунтів житлової зони приймаються наступні значення: бензол - 0.734 мг/кг; бенз(а)пірен - 0.088 мг/кг; метилетилкетон - 141.72 мг/кг; пірен- 9.88 мг/кг; толуол-370.4 мг/кг.

Для ґрунтів промислового майданчика допустимі концентрації індикаторних речовин у ґрунтах складають: бензол - 0.734 мг/кг; бенз(а)пірен - 0.784 мг/кг; метилетилкетон-141.72мг/кг; пірен – 9.887 мг/кг; толуол-370.4 мг/кг.

5 ОСНОВНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТІВ ТА ПІДЗЕМНИХ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ

Метод підвищення рівня екологічної безпеки шляхом рекультивації деградованих територій. Існують механічні, термічні і фізико-хімічні методи очищення ґрунтів від нафтових забруднень, ефективні лише за певного рівня забруднення. Зазвичай, щонайменше 1% нафти в ґрунті, часто пов'язані з додатковим внесенням забруднення і забезпечують повноти очищення. На сьогоднішній день найперспективнішим методом очищення забруднених нафтою ґрунтів як в економічному, так і в практичному плані є біотехнологічний підхід, що заснований на використанні різних груп мікроорганізмів та підвищує здатність до біодеградації компонентів нафти і нафтопродуктів. Здатність утилізувати важкорозчинні речовини антропогенного походження (ксенобіотики) виявлено в багатьох організмів. Ця властивість забезпечується наявністю в мікроорганізмів специфічних ферментних систем, які здійснюють катаболізм таких сполук. Оскільки мікроорганізми мають порівняно високий потенціал руйнації ксенобіотиків, виявляють спроможність до швидкої метаболічної перебудови й обміну генетичним матеріалом, їм надається велике значення при розробці шляхів біоремедіації забруднених об'єктів [29, 30].

Забруднення ґрунту нафтопродуктами можна розділити на декілька груп, а саме: незабруднені, частково забруднені, забруднені, сильно забруднені критично забруднені. Даний поділ аргументується наступними

факторами: тип ґрунту, який підданий вуглеводневому впливу, сфера використання ґрунту, фізико-географічне розміщення забрудненої території і найголовнішим фактором є концентрація нафтопродуктів. Оскільки в Україні немає встановленого рівня ГДК для нафтопродуктів у ґрунтовому покриві, то сформувати чіткі групи на основі концентрації нафтопродуктів ми не можемо. Проте існує деяка практика у вирішенні таких питань в країнах СНД, методика поділу ґрунтів на три категорії. У даний час прийнято для 124 земель сільськогосподарського призначення першого рівня рекультивації (низький рівень забруднення нафтою та нафтопродуктами) утримання їх у ґрунті 300-1000 мг/кг, другого (середній і високий рівень забруднення) – 1000-5000 мг/кг, третього (дуже високий рівень забруднення) — вище 5000 мг/кг. Для земель несільськогосподарського призначення ці межі такі: 1 рівень – 1000- 5000 мг/кг, 2 рівень – 5000-10000 мг/кг, 3 рівень — понад 10000 мг/кг [30, 31]. Склад робіт першого рівня рекультивації спрямований на активізацію ґрунтових мікроорганізмів по деструкції вуглеводнів. Сюди входять розпушування ґрунту, внесення вапна, гіпсу, високих доз органічних і мінеральних добрив з подальшою запаскою, створення мульчувати поверхні з високопоживних сумішей, посів нафтодолерантних рослин. У складі рекультиваційних робіт другого рівня проводять заміну забрудненого шару шляхом видалення останнього, створюють рекультиваційний шар, способом змішування замазучених і чистих шарів ґрунту, вносять мінеральні і бактеріальні активатори (керамзитові окатиші, гній, біодеструктори),

влаштовують поглинаючі-екрануючі шари під забрудненим шаром з мінеральних ґрунтів та вапна. Ґрунти з високим рівнем забруднення направляють на перероблення, з метою видобутку частини нафтопродуктів, після чого їх рекультивують у стаціонарних або польових умовах [32]. Одним з пріоритетних способів очищення ґрунтів від нафтопродуктів є використання біодеструкторів. Їх ефективність забезпечується активністю мікроорганізмів щодо вуглеводнів в умовах належної аерації ґрунтів, сприятливого водного, температурного (5-300С) і поживного режимів ґрунтів. Так, завдяки дії таких препаратів вміст нафтопродуктів у ґрунті за 10 діб може знизитися на 30%. У міру зниження забрудненості ґрунту застосовують заходи першого рівня рекультивації []. Рекультивацію земель, що входять у зону надзвичайної екологічної ситуації або екологічного лиха (другий і третій рівні), проводять як систему 125 заходів у складі інженерно-екологічної системи. Створення такої системи зумовлене високою рухливістю нафтопродуктів в компонентах геосистеми, особливо при тривалому забрудненні ґрунтів. Такі антропогенні поклади нафтопродуктів формуються поблизу складів паливно-мастильних матеріалів, нафтобаз і нафтопереробних заводів. Тому першочерговими завданнями інженерно-екологічної системи є рекультивація ґрунтів, захист річок і водозаборів від забруднення нафтопродуктами з одночасною локалізацією вогнищ забруднення підземних вод [Препарат «Еколан» для очищення середовищ від нафти та нафтопродуктів : ТУ У 24.6- 30572733-005-2004. — [Чинний від 2004-07-21]. — К., 2004. — 18 с.]. Основу системи можуть складати такі інженерні споруди, як

дамба обвалування, стіна в ґрунті, нагнітальні свердловини, горизонтальний і вертикальний дренажі, видобувні свердловини, а також заходи щодо технічної та біологічної рекультивації забруднених земель. Функції керованої системи: - дамба обвалування та заходи щодо організації поверхневого стоку призначені для захисту забрудненої території від затоплення під час паводку та запобігання поверхневого змиву нафтопродуктів; акумульований поверхневий стік після попереднього біодиструктування і доочистки направляється в системи промислових підприємств; - стіна в ґрунті — представляє собою протифільтраційну завісу і влаштовується по контуру нафтових покладів, переважно в зоні розвантаження забруднених потоків; - видобувні свердловини, в межах контуру забруднення в регульованому режимі відкачують забруднені підземні води, які за системою трубопроводів направляються на очисні споруди; - рекультивація забруднених земель в умовах регулювання гідрохімічного режиму ґрунтів забезпечує відновлення їх продуктивності і створює умови для отримання якісної рослинної продукції на присадибних ділянках і сільськогосподарських угіддях; - управління інженерно-екологічною системою здійснюють на основі екологічного моніторингу, проведеного на рекультивованій території. 126 Також існує ще декілька методів рекультивації ґрунтового покриття забрудненого нафтопродуктами, зокрема методи, засновані на інтенсифікації процесів самоочищення. Самоочищення і самовідновлення ґрунтових екосистем, забруднених нафтою та нафтопродуктами, не стадійний

біогеохімічний процес трансформації забруднювальних речовин, у поєднанні зі стадійним процесом відновлення біоценозу. Для різних природних зон тривалість окремих стадій цих процесів різна, що пов'язано в основному, з ґрунтово-кліматичними умовами. Важливу роль відіграють: склад нафти, наявність супутніх солей, початкова концентрація забруднювальних речовин. Механізм самовідновлення екосистеми після нафтового забруднення досить складний. За допомогою агротехнічних прийомів можна прискорити процес самоочищення нафтозабруднених ґрунтів при оптимальних умовах вияву потенційної активності мікроорганізмів, що входять до складу природного мікробіоценозу [33, 34]. Одним з основних чинників, лімітованого процесу розкладання вуглеводнів, є газоповітряний режим забрудненого ґрунту. Нафтове забруднення погіршує газовий обмін ґрунту, створює умови посилення невідновних процесів. Для окислення вуглеводнів мікроорганізмами потрібна наявність молекулярного кисню, в анаеробних умовах процес окислення вкрай утруднений. Забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами — одна зі складних проблем екології і охорони навколишнього середовища. На сьогоднішній день успішно розвиваються технології біоре mediaції нафтозабруднених територій. Розв'язання цієї проблеми досягається з допомогою стимуляції мікробних ценозів шляхом внесення добрив, мікроорганізмів, які можуть найефективніше утилізувати ННП або шляхом внесення різних біопрепаратів [33]. Єдиний реальний сьогодні спосіб боротьби з наслідками розливу нафти і нафтопродуктів — це

базовий комплекс робіт, до складу якого входить 127 механічне чи фізико-хімічне видалення розлитих вуглеводнів. Наступним кроком очищення залишкових вуглеводнів чи нафти здійснюється за допомогою біологічних методів в основному при використанні біоре mediaції нафтоокислювальними мікроорганізмами [34]. На сьогоднішній день проблема нафтового забруднення ґрунтів у нашій країні мало вирішується, а роботи з очищення нафтових забруднень з допомогою мікроорганізмів не координуються, їх науковий і технологічний рівень невисокий. Таким чином, проблема забруднення нафтою та нафтопродуктами ґрунтів стоїть як ніколи гостро. Для пошуку шляхів розв'язання всіх аспектів поставленого завдання необхідно координувати зусилля усіх зацікавлених урядових, наукових та виробничих організацій.

Оцінка рівня забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами та методи їх відновлення. Основний механізм поширення нафтового забруднення в ґрунтах — гравітаційний рух по поверхні в бік нахилу місцевості (поверхневий стік), проникнення в ґрунтові горизонти і рихлі відклади. Ареал поширення забруднюючого потоку залежить від рельєфу, ґрунтових і гідрологічних умов місцевості і кількості пластового флюїду, що розлився. Властивості нафти (в'язкість, щільність і ін.) також мають суттєвий вплив на масштаби забруднення. При цьому в ґрунтах пластовий флюїд розділяється на нафтові компоненти, які затримуються у верхніх ґрунтових горизонтах, і мінералізовані води, більш важкі і менш в'язкі, котрі

проникають в нижні горизонти ґрунту. З часом диференціація речовин посилюється. Так, відомо, що при русі нафтових компонентів по ґрунтовому профілю вниз проходить сорбція асфальтно-смолистих компонентів нафти. У нижніх же горизонтах зменшується кількість і молекулярна маса нафтових компонентів. Характер розподілу забруднювальних речовин в ґрунтах залежить від цілого ряду факторів, насамперед від морфологічних, структурних, генетичних 128 особливостей конкретного ґрунтового профілю, кількості і складу флюїду, що розлився, температури повітря, часу, що минув з часу розливу. Всі ці фактори в сукупності визначають різноманітність розподілу забруднювальних речовин по ґрунтовому профілю. Основними визначальними факторами є водно-термічний режим ґрунтів та їх механічний склад. У природі постійно відбуваються процеси самоочищення ґрунтів від забруднень нафтою та нафтопродуктами. Знову ж таки їх тривалість та інтенсивність залежить насамперед від ґрунтово-кліматичних умов, сили і характеру техногенного навантаження, рівня резистентності і стійкості природних комплексів, їх мінливості, ступеня «пружності» та інших факторів. Процес самоочищення може затягуватися на десятки років. При цьому агроландшафтні комплекси, порівняно з цілиними землями, більш чутливі і вразливі до нафтозабруднення та мають значно менший потенціал самоочищення. Для інтенсифікації цього процесу широко застосовують біоремедіаційні методи очищення забруднених вуглеводнями нафти ґрунтів, котрі базуються на використанні біопрепаратів, до складу яких входять

адаптовані до забруднювача активні штами мікроорганізмів-деструкторів, біогенні добавки, мінеральні компоненти, сорбенти. Ефективність біодеструкції з використанням мікробіологічних препаратів залежить від цілого ряду факторів екзо- та ендогенної природи, а також від дотримання самої технології процесу біодеструкції, методичних вказівок по їх застосуванню та від послідовності проведення відновних робіт. Контроль за інтенсивністю біодеструкції нафтозабруднень в ґрунті та ефективністю робіт по очищенню природного середовища здійснюється насамперед шляхом проведення лабораторних досліджень якісних і кількісних параметрів ґрунту та порівняльного аналізу отриманих даних протягом всього періоду проведення відновних робіт по його санації.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Забруднення довкілля ННП відбувається при їх видобуванні, переробці, транспортуванні, зберіганні, використанні тощо. Забруднення ґрунтів ННП тягне порушення повітряного режиму та водних властивостей ґрунтів. При закупорюванні капілярів ґрунтів ННП порушується аерація і створюються анаеробні умови в ґрунтових процесах. Відзначається зміна і в живих мікроорганізмах що населяють ґрунт, знижується чисельність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів і бактерій, які засвоюють сполуки азоту. Відбувається пригнічення окисно-відновних ферментативних процесів, що в кінцевому рахунку знижує біологічну активність і родючість ґрунтів. При забрудненні ННП ґрунтового покриву може збільшуватися вміст органічного вуглецю і бітумінозних компонентів по всьому ґрунтовому профілю (нафта містить близько 85% вуглецю). Шкідливий вплив ННП відзначається для багатьох видів ґрунтів, а процеси самоочищення протікають повільно. Забруднення ГС ННП є глобальною екологічною проблемою, і особливу небезпеку становить для ПВ зони активного водообміну, які складають біля 30% у забезпеченні питного водопостачання.

2. Небезпечним рівнем забруднення ґрунту вважається рівень, що перевищує межу потенціалу самоочищення. У закордонних країнах прийнято вважати верхнім безпечним рівнем (Н) вміст ННП у ґрунті 1-3 г/кг; початок серйозної екологічної шкоди (К) – при вмісті 20 г/кг і вище. Залишковий вміст ННП в ґрунті (% от маси) складають: для зоні екологічної норми відповідають (Н) < 1; зоні екологічного ризику (Р) 1-5; зоні екологічної кризи (К) 5-10; зоні екологічного лиха (Л) > 10. Джерела забруднення поділяються за ступенем обумовленого ними забруднення ПВ: помірного забруднення від фонових – фон - 1 ГДК; джерела значного забруднення – 1-10 ГДК; 3) джерела екстремального забруднення – більше 100 ГДК.

3. Мінімальне відносне нафтохімічне навантаження характерне для Волинської, Рівненської, Кіровоградської, Чернігівської і Чернівецької областей, де зосереджено від 0,2 до 1,8 % об'єктів НХК і кількості нафти і НП від їх загальної кількості по країні. Максимальне відносне нафтохімічне навантаження характерно для Донецької, Луганської, Львівської, Одеської та Полтавської областей, де зосереджено від 5 до 16 % об'єктів НХК і кількості нафти і нафтопродуктів від їх загальної кількості по Україні. Для більшості областей характерне середнє і підвищене відносне нафтохімічне навантаження, що в значній мірі свідчить про регіональний вплив об'єктів НХК на стан довкілля і необхідності постановки спеціальних як регіональних, так і середньомасштабних (пообласних) і об'єктових досліджень за оцінкою ризику нафтохімічного забруднення ґрунтів (зона ненасиченої фільтрації), поверхневих і підземних вод. Виконані оцінки не враховують об'єкти Міністерства оборони України, де за орієнтованими даними споживання НП могло досягати 20-25% від загального по Україні. У зв'язку з цим можна припуститися регіональне збільшення навантаження на навколишнє середовище.

4. Більше 120 крупних водозаборів з сумарними експлуатаційними запасами ПВ 3,8 млн. м³/д (більше 25% об'єму розвіданих ресурсів) знаходяться в зонах дії існуючих або потенційних джерел нафтохімічного забруднення. При цьому на 54 водозаборах, де ВГ перекриті достатньо проникними піщано-глинистими породами, практично слабо захищені від забруднення з поверхні, можна припускати прояв стадії «прихованого забруднення» нафтопродуктами.

5. Районування території України по рівню комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів НХК, що базується на обліку технологічних, геологічних і соціальних груп чинників, показує, що дуже високим рівнем комплексного регіонального еколого-геологічного ризику характеризуються Донецька і Луганська області. Для Житомирської, Чернігівської, Сумської і Харківської областей характерний низький рівень

комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів НХК. Більшість адміністративних областей України характеризується підвищеним і високим рівнем комплексного регіонального еколого-геологічного ризику об'єктів НХК. Виконана регіональна оцінка комплексного еколого-геологічного ризику об'єктів НХК України свідчить про значний їх вплив на стан НПС і необхідність розробки першочергових природоохоронних заходів в регіонах з високим техногенним навантаженням.

6. З метою продовження науково-виробничих робіт за оцінкою екологічного впливу об'єктів НХК на НПС, вдосконалення їх методичної основи і переходу на інженерно-екологічне забезпечення нафтохімічної галузі, що включає екологічний моніторинг діючих об'єктів, а також підвищення екологічної безпеки проєктованих і будуються систем необхідно:

- удосконалити законодавчу і нормативно-технічну бази на проєктування будівництва і експлуатацію об'єктів НХК з урахуванням сучасних екологічних вимог до них;
- створити кадастр нафтохімічних об'єктів (включаючи об'єкти Міністерства оборони) з відповідною комп'ютерною базою фактографічних і картографічних даних на основі яких скласти комплект спеціалізованих карт;
- створити пункти системного екологічного моніторингу, включаючи створення постійно діючих моделей на окремих самих небезпечних і складних ділянках об'єктів НХК, з метою вивчення параметрів міграції і сорбції НХП в умовах насиченого і ненасиченого потоків ПВ;
- розробити екологічно обґрунтовані нормативи навантажень на НПС від об'єктів НХК;
- понизити активність взаємодії як діючих об'єктів НХК, що так і будуються і проєктованих, з поверхневими і підземними водами;
- створити комплексні пункти контролю за станом нафтохімічного забруднення в системі «поверхневі води – зона ненасиченої фільтрації підземні води» з метою оцінки і прогнозу кількісного надходження НХП в НПС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стан підземних вод України, щорічник – Київ: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2018. 34 іл. - 121 с.
2. Методика визначення збитку, обумовленого забрудненням і засміченням земельних ресурсів в результаті порушення природоохоронного законодавства. Міністерство охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки, Київ, 1998.
3. РД 41-5804046-200-91 Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ. / Держкомітет України по геології і використанню надр, Полтавське відділення, 1991.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. Бабаджанова О.Ф., Гринчишин Н.М. Проблеми забруднення ґрунту нафтопродуктами. URL: <file:///C:/Users/Timur/Downloads/T-2011-4.pdf> (дата звернення: 12.01.18).
6. Виноградов Б.В., Орлов В.А., Снакин В.В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России. М.: ИЛ РАН. Сер. 5. *География*. 1993. №5. С. 77-79.
7. Шестопапов О.В., Бахарєва Г.Ю., Мамедова О.О. та ін. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. Х. : НТУ «ХП», 2015. 116 с.
8. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). К., 2010).
9. ДСТУ 7525:2014. «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.

10. Огняник М.С. Звіт про результати еколого-геологічного обстеження району розташування колишнього військового аеродрому м. Умань. ІГН НАН України. Київ, 2008.
11. Методика обстеження еколого-геологічного стану територій військових об'єктів. Програма реабілітації територій, забруднених внаслідок військової діяльності на 2002-2015 рр. Київ, ІГН НАНУ, ДПМОУ «ЦП», 2003.
12. Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Брикс А.Л. и др. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. Киев: [А.П.Н.], 2006. 278 с.
13. Программа LNAST. Evaluating Hydrocarbon removal from source zones and its effect on dissolved plume longevity and magnitude.//api, publication number 4715, september 2002.
14. Гаврилюк Р. Б., Загородній Ю. В. Інститут геологічних наук НАН України УМОВИ забруднення геологічного середовища авіаційним гасом в районі колишнього військового аеродрому м. Умань. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 2011. Вип. 19. С. 160-165.
15. Франчук Г.М., Радомська М.М. Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій. Вісник НАУ. 2009. 31. С. 46-49.
16. Соловьев В.И., Кожанова Г.А., Гудзенко Т.В и др. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв// Сб. : Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. Одесса: ОЦНТЭИ, 2001.
17. Соловьев В.И., Кожанова Г.А. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязнённых почв. Мир экологии. 2004. №2. С. 21-25.
18. Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических исследований (на территории Украины). Киев: ГГП «Геопрогноз», 1994. 331 с

19. Огняник М.С., Брикс А.Л., Гаврилюк Р.Б. Розвиток моніторингових досліджень у зв'язку із забрудненням підземних вод нафтопродуктами. *Геологічний журнал*. 2017. № 1 (358). С. 37-46.
20. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 248 с.
21. Гольдберг В.М. Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 262 с.
22. Гідрогеологічний щорічник про стан підземних вод України за 2003 р. К.: ДНВП «Геоінформ України», 2004. 87 с.
23. Брикс А.Л., Огняник Н.С. Методика моделирования действия водозабора с учетом процесса загрязнения подземных вод нефтепродуктами. *Геологічний журнал*. 1997. № 3-4 (284). С. 68-73.
24. Брикс А.Л., Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Некрасов Є.І. Особливості розповсюдження авіаційного гасу в геологічному середовищі в районі селища «Вишків» (м. Луцьк). *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2006. № 2. С. 35-40.
25. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.
26. Шестопалов В.М., Гудзенко В.В., Руденко Ю.Ф. К предварительному прогнозу миграции радионуклидов ЧАЭС в подземные воды зоны интенсивного водообмена. К.: ИГН НАНУ, 1991. 110 с.
27. Рагозина Е.А. Актуальные проблемы очистки нефтезагрязненных почв. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2006. №1. С. 21-33.
28. Пермяков И.Г., Хайрединев Н.Ш., Шевкуиов Е.Н. Нефтепромысловая геология и геофизика. М.: Недра, 1986. 312 с.
29. Клімова Н. Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку. *Вісник Львівського університету*. 2006. № 33. С. 144–151.
30. Писаренко П.В., Колеснікова Л.А. Особливості впливу поліциклічних ароматичних вуглеводнів в об'єктах навколишнього

середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2004. №1. С. 107–112.

31. Крикунова В.Ю., Колеснікова Л.А. Характеристика екологічного стану ґрунтів на вміст важких металів, що піддаються техногенному впливу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. №1.С. 51–55.

32. Большаков И.А., Лысиков В.М., Ачкасов В.М. Интенсификация биохимической очистки нефтесодержащих сточных вод. *Транспорт и хранение нефтепродуктов*. 2004. № 10. С. 9–14.

33. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбентыю. Москва–Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. 268 с.

34. Препарат «Еколан» для очищення середовищ від нафти та нафтопродуктів : ТУ У 24.6- 30572733-005-2004. [Чинний від 2004-07-21]. К., 2004. 18 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Публікації за темою магістерської кваліфікаційної роботи:

Алієв Раміль Назім огли. Особливості забруднення нафтопродуктами ґрунтів і підземних вод зони активного водообміну на ділянках нафтохімічного комплексу України. Матеріали ІІІ-го Всеукраїнського пленера з питань природничих наук. Одеса: ОДЕКУ, 20-22 червня 2019. С, 9-11.

Алієв Раміль Назім огли