

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАЧАЛА ТАРАС БОГДАНОВИЧ

УДК 502.521:502 175

**ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ВИСНАЖЕНИХ НАФТОГАЗОВИХ
РОДОВИЩ ПРИКАРПАТТЯ (НА ПРИКЛАДІ БИТКІВ -
БАБЧЕНСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА)**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії)

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Науковий керівник: **Адаменко Ярослав Олегович**, доктор технічних наук,
професор

Івано-Франківськ 2018

АНОТАЦІЯ

Качала Т. Б. Удосконалення систем екологічного моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ Прикарпаття (на прикладі Битків-Бабченського нафтогазоконденсатного родовища).

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2018. Спеціалізована вчена рада Д 20.052.05.

У дисертаційному дослідженні вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами на території нафтогазопромислу із стаціонарних джерел (бурових амбарів) на прикладі Битків-Бабченського нафтогазоконденсатного родовища.

В процесі досліджень розроблено систему екологічного моніторингу ґрунтового покриву для виснажених нафтогазових родовищ з застосуванням методу інфрачервоної спектрофотометрії.

Обґрунтовано метод фізико-хімічного аналізу проб ґрунтів та встановлено залежності між станом забруднення ґрунтів нафтопродуктами та їх генезисом. Розроблено прогностичні моделі для виявлення територій, що знаходяться у зоні ризику забруднення нафтопродуктами.

Розроблено метод сповільнення та запобігання потрапляння нафтопродуктів у ґрунтовий покрив з стаціонарних джерел (бурових амбарів) та запропоновано шляхи досягнення стану придатності для рекультивованих територій.

Вирішено актуальне завдання розроблення нових методів моніторингу, збору та оброблення інформації для підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтового покриву на територіях виснажених нафтогазових родовищ. Основні положення дисертаційної роботи успішно апробовані та впроваджені.

Ключові слова: екологічна безпека, нафтопродукти, ґрунтовий покрив, бурові амбари, рекультивация, забруднення, деградація, моніторинг.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

В яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Качала Т. Б. Ризики забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами на Прикарпатті / Т. Б. Качала // Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Екологічна безпека Кременчук. – 2013. – №1 (15). – С. 186–190.

2. Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами / Т. Б. Качала // Сборник научных трудов. Строительство, материаловедение, машиностроение, Серия «Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве», Днепропетровск. – 2013. – Вип. 70. – С. 109–115.

3. Качала Т. Б. Прогноз забруднення нафтопродуктами транскордонних територій / Я. Адаменко, А-М. Дескалеску, В. Орос, Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, науково-технічний журнал Івано-Франківськ. – 2014. – № (9). – С. 4–9.

4. Качала Т. Б. Дослідження забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, науково-технічний журнал, Івано-Франківськ. – 2014. – Спецвипуск. – С. 4–9.

5. Качала Т. Б. Експертна модель забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала // Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Екологічна безпека, Кременчук. – 2014. – №2 (18). – С. 62–66.

6. Качала Т. Б. Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, науково-технічний журнал, Івано-Франківськ. – 2016. – (№1). – С. 52–57.

7. Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване

ресурсокористування, науково-технічний журнал, Івано-Франківськ. – 2016. – (№2). – С. 40–44.

8. Kachala T. Purification of natural water from organic substances using magnetic treatment / I. Royl, L. Plyatsuk, Y. Adamenko, T. Kachala // Buletin Științific al Universității de Nord Baia Mare Seria D, Exploataři Miniere, Prepararea SMU, Metalurgie Neferoasă, Geologie și Ingineria Mediului, vol. XXVII. – 2013. – Nr. 1. – P. 121–125.

9. Kachala T. Study of chemical reaction kinethic of dinitrogen tetraoxide in nitric acid with urea solution / A. Ableyev, S. Bolshanina, S. Vakal, M. Malyovany, T. Kachala // Buletin Științific al Universității de Nord Baia Mare Seria D, Exploataři Miniere, Prepararea SMU, Metalurgie Neferoasă, Geologie și Ingineria Mediului, vol. XXVII.– 2013. – Nr. 1. – P. 117–121.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Забруднення ґрунтового покриву відходами буріння та експлуатація нафтогазових свердловин виснажених родовищ / Т. Б. Качала // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2013», (7-11 жовтня 2013 р.), м. Івано-Франківськ. – 2013. – С. 325–328.

11. Мониторинг ґрунтового покрива заґрязненого нафтепродуктами на примере території Прикарпаття / Т. Б. Качала, Н. З. Одосий // XIII Студенческая международная конференция «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки», (31 октября 2013г.), г. Новосибирск, Россия. – 2013. – С. 125-131.

12. Проблема організації моніторингових спостережень ґрунтового покриву Прикарпаття, забрудненого нафтою / Т. Б. Качала // Матеріали II Міжнародної конференції студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених, Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Харківський національний університет

імені В. Н. Каразіна (м. Харків, 5-6 грудня 2013 р.). – Харків. – 2013. – С. 183–184.

13. Експертна модель забрудненого ґрунтового покриву вуглеводнями Івано-Франківської області / Т. Б. Качала // Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки, міжнародна науково-практична конференція (м. Харків, 4 грудня 2015 р.). – Харків. – 2015. – С. 224–225.

14. Моніторинг ґрунтового покриву нафтогазових родовищ / Т. Б. Качала // Науково-практична конференція «Стратегія сталого розвитку: на шляху до сильної громади, сучасні енергоефективні та екологічно-орієнтовані процеси і технології». – Сєверодонецьк. – 2016 р. – С. 249–251.

15. Екологічний моніторинг ґрунтового покриву Прикарпаття забрудненого нафтою та нафтопродуктами / Т. Б. Качала // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів, Екологічна безпека держави (м. Київ, 16-18 квітня 2013 р.) – Київ. – 2013. – С. 147–149.

16. Загрязнение почвенного покрова отходами бурения и эксплуатации нефтегазовых скважин на истощенных месторождениях / Т. Б. Качала // Доклады V Международной научной конференции «Геоэкологические проблемы современности», (8 ноября 2013 г.), г. Владимир, Россия. – 2013. – С. 42–44

17. Expert evaluation of oil product contaminated land plots in Ivano-Frankivsk region / Y. Adamenko, M. Prykhodko, T. Kachala // International multidisciplinary conference 11 edition dedicated to the celebration of 75 years of academician professor dr. h. c. (multi) eugen pay, ph.d., may 20-22, 2015 papers Baia Mare, Romania Nylregyhaza, Hungary. 2015 – P. 11–15.

18. Results of experimental research of oil and oil product content at different depths in the soil of hydrocarbon deposits / Y. Adamenko, J. Murava, T. Kachala // International multidisciplinary conference 11 edition dedicated to the celebration of 75 years of academician professor dr. h. c. (multi) eugen pay, ph.d., may 20-22, 2015 papers Baia Mare, Romania Nylregyhaza, Hungary. 2015. – P. 77–83.

19. Моніторинг ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами / Т. Б. Качала // XX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення екологічного факультету, «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво – 2017», (м. Харків, 19-22 квітня 2017 р.). – Харків.–2017. – С. 109–111.

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

20. Патент UA 103876 U (u201503770) Україна, МПК В09С 1/10 (2006/01). Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару / Качала Т. Б.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. заявл. 21.04.2015., опубл. 12.01.2016, Бюл.№ 1, 2016 р.

Качала Тарас Богданович

ABSTRACT

Kachala T.B. Improvement of the ecological monitoring systems of soil cover of exhausted oil and gas deposits of Prycarpathian region (on the example of the Bytkiv-Babchensk oil and gas condensate field).

The qualification scientific paper, manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 21.06.01 – ecological safety. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 2018. Specialized Academic Council D 20.052.05.

The relevant scientific and practical tasks of increasing the level of environmental safety of soil cover that was polluted with oil products on the territory of oil and gas industry from stationary sources (drilling barns) on the example of Bytkiv-Babchensk oil and gas condensate field was solved.

In the process of research the system of environmental monitoring for soil cover of exhausted oil and gas deposits was developed using the method of infrared spectrophotometry.

The method of physical and chemical analysis of soil samples was justified and the dependencies between the state of soil contamination by oil products and their genesis were determined. The predictive models for identifying the areas that are at risk of oil products pollution were developed.

The method of slowing down and preventing the getting of oil products into the soil cover from stationary sources (drilling barns) was developed and the ways to achieve the state of fitness for reclaimed areas were proposed.

The relevant task of developing the new methods of monitoring, collection and processing of information for improving the environmental safety level of soil cover in the areas of exhausted oil and gas fields was solved. Main statements of the thesis were successfully tested and implemented.

Keywords: environmental safety, oil products, soil cover, drilling barns, reclamation, pollution, degradation, monitoring.

ЗМІСТ

Словник скорочень.....	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	16
1.1 Методи дослідження міграції вуглеводнів.....	16
1.1.1 Наукові основи, цілі, об'єкти і методи моніторингу ґрунтів	20
1.2 Методи моніторингу ґрунтового покриву	24
1.2.1 Системи моніторингу ґрунтів.....	28
1.2.2 Градація ґрунтів за рівнем забруднення нафтою та нафтопродуктами.....	32
1.3.1 Вплив нафти і нафтопродуктів на компоненти навколишнього середовища.....	34
1.3.2 Вплив нафти на стан ґрунтів і їх функції.....	43
Постановка завдань досліджень.....	55
РОЗДІЛ 2 ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЕЛЬ (ҐРУНТІВ) НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ.....	47
2.1 Експертні моделі та їх практична цінність	48
2.1.1 Експертна модель забруднених нафтопродуктами земельних ділянок.....	52
2.1.2 Характеристика досліджуваної території (Битків-Пасічнянського нафтогазового родовища).....	66
2.2 Вплив на досліджувану територію, шляхи проникнення нафти в ґрунтовий покрив.....	73
2.2.1 Генетична характеристика ґрунтів в межах Битківського нафтопромислового району.....	74
Висновки до розділу 2.....	80
РОЗДІЛ 3. МОНІТОРИНГ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ВИСНАЖЕНИХ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ	81
3.1 Розроблені методи моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ.....	82

3.1.1 Рівнинний метод моніторингу.....	82
3.1.2 Плоскогірний метод моніторингу.....	83
3.1.3 Моніторинг гірської поверхні.....	84
3.2. Схеми відбору проб ґрунтового покриву нафтогазових родовищ....	84
3.3 Методика проведення дослідження.....	94
3.4 Опис профілів точок відбору проб та їх географічна прив'язка.....	99
3.5 Відбір проб ґрунту.....	100
Висновки до розділу 3.....	102
РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НАФТОПРОДУКТІВ У ҐРУНТОВОМУ ПРОФІЛІ.....	103
4.1 Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом	105
4.2 Результати лабораторних досліджень	106
4.3 Карти забруднення досліджуваної території.....	115
Висновки до розділу 4.....	122
РОЗДІЛ 5 МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ДЕГРАДОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	123
5.1 Оцінка рівня забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами та методи їх відновлення.....	127
5.1.1 Природне самоочищення ґрунту від нафти і нафтопродуктів та його етапи.....	129
5.2 Спосіб створення екологічної модифікації нафтошламового амбару як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами.....	130
Висновки до розділу 5.....	140
ВИСНОВКИ.....	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	143
ДОДАТКИ.....	156

СЛОВНИК СКОРОЧЕНЬ

НГВУ - нафтогазовидобувне управління

БПнг – Битків - Пасічнлянське нафтогазове родовище

НП - нафтопродукти

ГІС – геоінформаційна система

ГДК – гранично допустима концентрація

СЗвЗн4 – санітарно-захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами у 4 напрямках

СЗвЗн8 – санітарно-захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами у 8 напрямках

СЗвЗн16 – санітарно-захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами у 16 напрямках

Качала Тарас Богданович

ВСТУП

Актуальність досліджень. Нафта і нафтопродукти є одними з найбільш поширених та небезпечних техногенних забруднювачів, що зумовлено здатністю вуглеводнів утворювати токсичні сполуки в ґрунтах, поверхневих та підземних водах. Нафтопродукти значно відрізняються за своїми властивостями леткістю, в'язкістю, розчинністю у воді, спроможністю всмоктуватися в пористі матеріали (ґрунт).

Активне видобування нафти та газу на Прикарпатті завдало неабиякої шкоди навколишньому середовищу, зокрема під найбільший вплив потрапив ґрунтовий покрив. Забруднення ґрунтового покриву залишилось актуальною проблемою навіть із зменшенням видобувного навантаження, а підтвердженням цьому є продовження деградації родючого шару, що завдає нищівної шкоди екосистемі. Через те сучасний екологічний моніторинг при нафтовому забрудненні оптимально має включати не лише дослідження рівня нафтохімічного забруднення та змін фізико-хімічних властивостей ґрунтів, а й екологічну оцінку можливих перспектив подальшого використання деградованої території.

Однією з найбільш уражених територій можна назвати Битків-Пасічнянське нафтогазове родовище. Цей район привертає значну увагу через те, що має найдовшу історію видобувної діяльності, початок якої сягає кінця XIX століття.

Проблема забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами та прогресуюча деградація педосфери Прикарпаття зумовила появу дисертаційних досліджень, спрямованих на розроблення методів щодо підвищенню рівня екологічної безпеки. Тому, у дисертаційних дослідженнях розкривається актуальна науково-практична проблема щодо мінімізації забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами та прогресуючої деградації педосфери нафтових родовищ, яка спрямована на розроблення методів з підвищення рівня екологічної безпеки районах нафтогазовидобутку, а особливо на виснажених родовищах.

Таким чином обґрунтування вимог щодо проведення моніторингу ґрунтового покриву в місцях нафто газовидобутку, а також розробка схем розміщення точок відбору проб та застосування методів рекультивації бурових амбарів є актуальним науково-практичним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась автором відповідно до наукової тематики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу «Науково-організаційні засади нарощування видобутку вітчизняних нафти і газу, їх транспортування та диверсифікація постачання для підвищення енергетичної безпеки України» (державний реєстраційний номер 0115U007099, 2015-2017 рр.), та у рамках міжнародного проекту «RoUaSoil: Румунія-Україна транскордонне співробітництво – управління забруднених ділянок з нафтопродуктами». (Application ref.:HUSKROUA/1001/110).

Мета і завдання досліджень. *Метою* наукового дослідження є розроблення системи екологічного моніторингу ґрунтового покриву для виснажених нафтогазових родовищ з застосуванням методу інфрачервоної спектрофотометрії.

Для досягнення мети роботи поставлені наступні завдання:

- провести аналіз світового досвіду впровадження систем екологічного моніторингу та дослідити стан ґрунтового покриву на виснажених нафтогазових родовищах Прикарпаття;
- використовуючи експертну оцінку встановити рівень забруднення ґрунтового покриву;
- вдосконалити системи моніторингу ґрунтового покриву для виснажених нафтогазових родовищ та встановлення залежностей між станом забруднення ґрунтів нафтопродуктами та їх генезисом;
- дослідити процеси міграції вуглеводнів з джерел забруднення;
- встановити або ж спростувати залежності поширення нафтопродуктів;
- обґрунтувати та розробити методів сповільнення та перешкоджання потрапляння нафтопродуктів у ґрунтовий покрив.

Об'єкт дослідження — процес міграції нафтопродуктів у ґрунтовому покриві виснажених нафтогазових родовищ.

Предмет дослідження — закономірності розповсюдження нафтопродуктів у ґрунтах та система екологічного моніторингу ґрунтового покриву для виснажених нафтогазових родовищ..

Методи дослідження. Під час виконання роботи використовувались методи статистичного оброблення інформації для встановлення залежностей між рівнем забруднення ґрунтового покриву з потенційного джерела забруднення (бурові амбари) із застосуванням математичного аналізу (для виявлення тенденцій та попередження забруднення ґрунтового покриву у виявлених зонах ризику), а також методів комп'ютерного моделювання та опрацювання даних із залученням програмного продукту MapInfo, Surfer, FSpec (для унаочнення проведених досліджень). Також у роботі використано методи експертної оцінки, зокрема метод Дельфі.

Наукова новизна:

- набуло подальшого розвитку теоретичне обґрунтування та практичне впровадження методів мінімізації впливу на ґрунтовий покрив забруднених нафтопродуктами ділянок на виснажених нафтових родовищах шляхом дослідження міграції вуглеводнів у ґрунтовому середовищі;

- удосконалено та розроблено схеми розміщення точок відбору проб ґрунту для екологічного моніторингу ґрунтового покриву з метою встановлення та прогнозування забруднення нафтопродуктами із площинних джерел впливу на педосферу;

- вперше розроблено методи екологічного моніторингу ґрунтового покриву для дослідження процесів міграції вуглеводнів у профілі ґрунту з бурових амбарів, рекультивация яких була проведена протягом визначеного часу освоєння родовища, шляхом порівняння рівня концентрації нафтопродуктів на тестових ділянках;

- удосконалено метод рекультивации бурових амбарів і шламосховищ, а також заходи захисту від відходів буріння шляхом використання розробленої

конструкції захисних стінок амбару та застосування сорбенту, що сповільнюють міграцію вуглеводнів та дозволяють подальше використання рекультивованої території.

Практичне значення одержаних результатів Практичне значення полягає у розробленні нової системи моніторингу та методів рекультивації ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ Прикарпаття.

1. Результати дисертаційних досліджень впроваджено на нафтовидобувних підприємствах «Спосіб створення екологічної модифікації нафто шламового амбару як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами» (акт впровадження 27.04.2017р. НГВУ «Долинанафтогаз»).

2. Впроваджено в навчальний процес в ІФНТУНГ при викладанні лекцій та практичних роботах для студентів спеціальностей 101-екологія, 183-технологія захисту навколишнього середовища (акт впровадження від 02.11.2017 р. – у навчальний процес Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу).

Особистий внесок здобувача полягає у формуванні ідеї, мети, завдань дослідження та висновків; методологічному й практичному застосуванні підходів по дослідженню територій, забруднених вуглеводнями, розробленню нових методів моніторингу та збору інформації, встановленню закономірностей поширення нафтопродуктів у ґрунтовому покриві та розробленню нових методів рекультивації потенційних джерел забруднення (бурових амбарів), розробленні комплексного моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ.

Апробація результатів дисертації. Дослідження, що представлені в дисертаційній роботі, обговорювалися на таких наукових конференціях та форумах: I Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства 2012», (Львів 29-30 листопада 2012 р.); XIII Студенческой Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки».

Новосибирск (31 октября 2013 г.); Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів «Екологічна безпека держави», (м. Київ, 16-18 квітня 2013 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Нафтогазова енергетика – 2013», (Івано-Франківськ, 7-11 жовтня 2013 р.); V Международная научная конференция «Геоэкологические проблемы современности», (г. Владимир, 8 ноября 2013 г.); International multidisciplinary conference 11 edition dedicated to the celebration of 75 years of academician professor dr. h. c. (multi) eugen pay, (Baia Mare, Romania Nylregyhaza, Hungary, may 20-22, 2015 papers); XX Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 10-річчю створення екологічного факультету «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»: освіта – наука – виробництво - 2017.», (м. Харків, 19-22 квітня 2017 р.).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано в 20-ти наукових працях, зокрема у: одному патенті на корисну модель, 7 статтях у фахових виданнях, 2 статті у закордонних виданнях, 10 тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Методи дослідження міграції вуглеводнів

Видобування корисних копалин — одна з найшкідливіших діяльностей людини, що з наростаючим темпом негативно впливає на навколишнє середовище, з одного боку задовольняє потреби людей, а з іншого — погіршує екологічну ситуацію на планеті. Нафта в сучасному світі є однією із найпотрібніших речовин, що стимулює технологічний процес і полегшує життя людей, проте вона є водночас і найбільшим забрудником природно-антропогенної системи.

Джерелом забруднення можуть стати об'єкти нафтопродуктозабезпечення, тобто всі споруди, що пов'язані з видобуванням, зберіганням та очищенням нафти і стоків, переробкою нафти, транспортуванням нафти і нафтопродуктів та їх споживанням, транспорт, а також забруднені атмосферні опади. В Україні споживання нафти в останні роки становило 25 – 30 млн т, що зумовило щільну мережу об'єктів нафтопродуктозабезпечення на всій території. Нафтохімічне навантаження на області різняться у 4 рази, а еколого-геологічний ризик – у 2 рази. Це свідчить про те, що практично вся територія України перебуває під загрозою нафтохімічного забруднення. Площа забрудненої нафтопродуктами території перевищує 30 тис. га [1; 2].

Одним із головних елементів нафтовидобувного процесу є буріння. Буріння розвідувальних та пошукових свердловин, а також експлуатація свердловин негативно впливає на навколишнє середовище, проте найбільша кількість забруднювальних речовин потрапляє в навколишнє середовище внаслідок аварійних ситуацій. Однак і за нормальних умов навколишнє середовище, зокрема педосфера та гідросфера, відчувають негативний вплив проходження виробничого процесу. Це в основному пов'язано з утворенням значних об'ємів відходів, зокрема таких, як відпрацьована промивальна рідина, видалена порода та бурові стічні води. До складу відходів, що

утворюються в процесі буріння, входить широкий спектр речовин органічного та неорганічного походження. Під час експлуатації свердловин для інтенсифікації видобутку вуглеводневої сировини використовують концентровані розчини різних кислот, поверхнево-активних речовин, інгібіторів тощо.

Під час видобування вуглеводнів із надр землі, окрім процесу буріння, внаслідок якого руйнується не тільки поверхневий шар ґрунту, але і геологічне середовище безпосередньо, значний вплив на педосферу здійснює сама нафта. Окрім процесу видобування, який в свою чергу спричиняє потрапляння фракцій нафти в ґрунтовий покрив, великі концентрації вуглеводнів містяться в бурових амбарах. Бурові амбари, що являють собою точкові джерела забруднення, також є причиною деградації ґрунтового покриву як на території бурової, так і за її межами. Під час потрапляння у ґрунт нафтопродукти розподіляються інакше, ніж, наприклад, у водному середовищі. Якщо під час потрапляння у воду нафтопродукти утворюють тонку плівку, збіднюються леткими фракціями й далі утворюють емульсії, то у ґрунті вони проникають вглиб від поверхні, а збіднення леткими фракціями вуглеводнів відбувається значно меншою мірою. Нафтопродукти всмоктуються ґрунтом (особливо добре сухим ґрунтом) за рахунок капілярних сил й можуть утримуватися в такому стані тривалий час, повністю позбавляючи ґрунт родючості, перетворюючи його в насичену нафтопродуктами губку [1; 3].

У ґрунтах, просочених нафтою, відбувається диспергація структури, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси, розширюється співвідношення між карбоном та нітрогеном, зменшується вміст рухомих форм фосфору та калію. Внаслідок цього погіршується водний, повітряний та поживний режим, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель [1; 2].

Поступове збільшення концентрації нафтопродуктів на поверхні ґрунту сукупно з процесами випаровування та розкладання їх летких фракцій призводить до нагромадження вуглеводнів, що важко розкладаються, як-от: тверді парафіни, циклічні та ароматичні вуглеводні, смоли й асфальтени, які закупорюють пори ґрунтового покриву [1; 4].

При достатньо великих об'ємах пролитих нафтопродуктів утворюється свого роду поверхнєве родовище, з якого нафтопродукти проникають у ґрунтові та поверхнєві води. При цьому поверхня надовго виводиться з господарського використання, а на місцевості створюється сильна пожежонебезпека [1; 4].

Вирішення проблеми екологічної безпеки вуглеводневого забруднення ґрунтового покриву привертало увагу значної кількості вчених, зокрема:

О. С. Вялова, В. В. Глушка, Г. Н. Доленка, К. І. Гренчука, І. Д. Гофштейна, М. Я. Вуля, Б. Й. Маєвського, О. М. Адаменка, Г. І. Рудька, Я. М. Семчука, В. В. Колодія, О. Ф. Бабаджанова, Н. М. Гринчишин, Н. Клімова, З. М. Фецько, В. І. Баранов, С. В. Бешлей, С. П. Ващука, О. С. Філяка, О. Думича, О. Карпина, Н. Джура, О. Цвілінюка, О. Терек, Я. І. Процько, М. Й. Цайтлер, П. Г. Дригулича, О. О. Дорожинської, В. В. Медведєва, Р. М. Панаса, Л. М. Перовича, Ю. С. Петлюха, Г. М. Франчука, Т. М. Яцишин, Л. Я. Пляцека, В. М. Шмандія, М. С. Мальованого, Ю. В. Зеленько, А. В. Пукіша та ін.

Роботи вчених над вирішенням проблеми вуглеводневого забруднення ґрунтового покриву мали певний успіх. Велику увагу під час дослідження поставленої проблеми приділяли безпосередньо процесу міграції фракцій вуглеводнів у ґрунтовому профілі.

Бабаджанова О. Ф. та Гринчишин Н. М. здійснювали дослідження міграції вуглеводнів у сірому лісовому ґрунті, який потужно представлений в західній частині України, а також характеризуються потужним гумусним горизонтом, супіщаним гранулометричним складом та слабокислотою реакцією ґрунтового середовища [1; 2]. Їхні дослідження показали, що проникнення вуглеводнів в гумусовий горизонт спричиняє склеювання

грунтової маси. Внаслідок закупорення капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окислювально-відновлювальний потенціал створюються анаеробні умови. Вертикальне просування нафти вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти у верхньому гумосному горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, в нижні горизонти проникають низькомолекулярні сполуки.

Важливу роботу дослідники провели щодо моніторингу ґрунтового покриву, проте існуючі напрацювання не можуть дати чіткої відповіді на запитання конкретного рівня забруднення напрямків міграції забрудника, ступеня деградації ґрунту на досліджуваній території. Слід зазначити, що повністю відсутня схема розміщень контрольних пунктів спостережень, які при динамічних замірах повинні видавати найбільш повну інформацію про стан компонента природи (у нашому випадку ґрунтового покриву).

Так, В. В. Медведєв [3] вважає, що для України, враховуючи строкатість її природно-господарських умов, можна використовувати декілька комбінацій моніторингу ґрунтового покриву, причому його мережа повинна бути створена з урахуванням європейських підходів. Це також пов'язано з тим, що Україна підписала низку конвенцій [3].

Ю. М. Дмитрук зазначає, що для корінних змін і прогресу моніторингу земель в Україні насамперед треба завершити державну стандартизацію аналітичних робіт, відбирання зразків, термінології, оцінки ґрунтів і ландшафтів, що дасть змогу проводити контроль за єдиною методикою, порівнювати та обмінюватися даними з іншими країнами (наприклад, Польщею, Німеччиною, Австрією), особливо у разі виникнення різних кризових ситуацій [4; 5].

На думку науковців Прикарпатського університету імені Василя Стефаника, для моніторингу земель сільськогосподарського призначення й земельних відносин загалом необхідно використовувати технології, котрі

були б наближені до природно-кліматичних умов, а також адаптовані до динамічних екологічних і соціально-економічних факторів впливу [6].

Проте, незважаючи на досить скромні доробки у сфері загального збору інформації про процеси міграції речовин, вищезгадані вчені досягли неабияких результатів щодо розроблення методів рекультивації бурових амбарів, а також методів та схем створення безпосередньо самих амбарів.

1.1.1 Наукові основи, цілі, об'єкти і методи моніторингу ґрунтів

Моніторинг ґрунтів — це система спостережень за станом ґрунтового покриву, зокрема ґрунтів, розташованих у зонах радіоактивного та інших забруднень, з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення й ліквідації наслідків негативних процесів [7; 8; 9].

Ідея моніторингу ґрунтів походить із США та Канади, де в рамках державної служби ґрунтів як самостійної державної організації управління земельними ресурсами виконує дві важливі функції: організація земельного кадастру та державний контроль за використанням й охороною земель [59].

Моніторинг ґрунтів складається із систематичних спостережень за станом ґрунтів (зйомки, обстеження, вишукування), виявлення змін, а також оцінювання: стану використання угідь, полів, земельних ділянок; процесів, пов'язаних із зміною родючості ґрунтів (розвиток водної та вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення та засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення ґрунтів пестицидами та іншими токсичними речовинами; стану берегових ліній річок, озер, морів, заток, лиманів, водосховищ, гідротехнічних споруд; процесів, пов'язаних з утворенням ярів, зсувів, сольових потоків, карстових, криогенних та інших явищ; стану ґрунтів населених пунктів, територій, зайнятих очисними спорудами, гноєсховищами, складами пально-мастильних матеріалів, добрив, гноєсховищ, стоянками автотранспорту, захороненням токсичних

промислових відходів і радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловим об'єктами [9; 10].

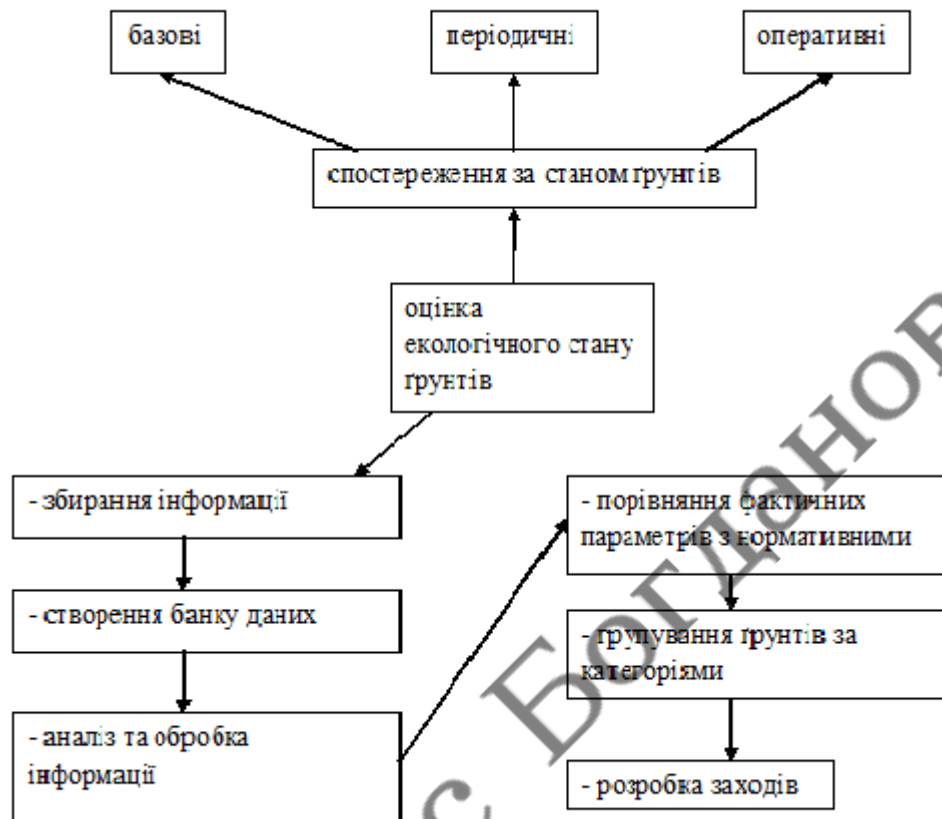


Рисунок 1.1 - Схема спостереження за станом ґрунтів залежно від терміну та періодичності

Об'єктом моніторингу ґрунтів є весь ґрунтовий покрив країни, незалежно від форми власності на землю, тобто територій землі, які піддаються антропогенному впливу (залученню людиною у господарське або інше використання). Моніторинг ґрунтів відрізняється від даних земельного кадастру інформаційним забезпеченням управління земельними ресурсами, тобто фіксацією перевищення встановлених допустимих норм антропогенного навантаження і несприятливих (критичних) ситуацій у використанні й охороні ґрунтів щодо фонового (стандартного) значення. Моніторингом передбачено спостереження за: структурою землекористування та землеволодіння; трансформацією земель залежно від цільового призначення; станом та якістю функцій і забруднення ландшафтів;

станом зрошуваних та осушених земель, а також земель з ознаками вторинного підтоплення і засолення; станом берегових ліній, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток тощо [54].

Під час моніторингу здійснюється контроль за такими параметрами: встановлення критеріїв оцінки стану ґрунтів і визначення доступності меж, після яких ґрунт потрапляє у критичний стан; всебічне вивчення основних функцій ґрунтового покриву; вивчення еволюції сучасних ґрунтоутворних процесів; вивчення напряму та інтенсивності процесів деградації ґрунтів; дослідження основних режимів у ґрунтах (водного, повітряного, поживного); встановлення кількісних величин трансформації земельних ділянок; визначення сучасного стану меліоративних територій та оцінки темпів зміни основних показників осушених і зрошуваних земель за різної інтенсивності осушення або зрошення; оцінка ефективності родючості ґрунтів. Наприклад, зміни у стані родючості ґрунтів фіксують за такими показниками: зміни запасів гумусу; зміни рН ґрунту (кислотності, лужності); зміни вмісту мікроелементів у ґрунті; деградація ґрунту на пасовищах (ущільнення, закупорення); підтоплення земельних угідь, заболочення і перезволоження земель, засолення ґрунтів, заростання угідь чагарниками; забруднення ґрунту пестицидами, важкими металами, хімічними та радіоактивними елементами та іншими токсикантами; зміни стану меліорованих земель (іригаційна ерозія, вторинне засолення, заболочення, надмірне осушення) [46; 56].

Залежно від призначення, моніторинг ґрунтів поділяється на загальний, оперативний і фоновий. Загальний, або базовий чи стандартний моніторинг - це оптимальні за кількістю параметрів спостереження за використанням та охороною ґрунтів, об'єднаних у єдину інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу створювати цільно-технологічні мережі, які дають змогу на основі оцінки і прогнозування стану земельних ресурсів розробляти необхідні управлінські рішення. Оперативний, або кризовий, моніторинг ґрунтів — це спостереження за спеціальними показниками цільової мережі пунктів-стаціонарів за окремими об'єктами підвищеного екологічного ризику

в окремих регіонах, які визнані зонами надзвичайної екологічної ситуації, а також в районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками з метою забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення безпечних умов для населення. Фоновий, або науковий, моніторинг ґрунтів — це спеціальні спостереження за всіма складовими екосистеми «земля», а також за характером зміни складу угідь, процесами, пов'язаними зі змінами родючості ґрунтів (розвиток ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення та засолення), міграцією забруднених речовин та ін.

З його допомогою встановлюються джерела чи причини, які зумовлюють деградацію ґрунтів. Фоновий моніторинг ґрунтів здійснюється на станціях-стаціонарах. Кількість стаціонарів залежить від екологічного стану території, складності ґрунтового покриву, наявності полігонів із кризовою ситуацією. Він базується на спеціальних польових дослідках з використанням аналітичних (радіометричних, мінералогічних, спектральних) та інших методів. Технічне забезпечення моніторингу ґрунтів здійснюється автоматизованою системою даних про земельний фонд.

В Україні державний моніторинг ґрунтів здійснюється на трьох рівнях: локальному, регіональному та національному. Локальний моніторинг ґрунтів проводиться на території окремих землеводів, землекористувачів, ділянках ландшафту. Регіональний моніторинг ґрунтів здійснюється в межах адміністративно-територіальних одиниць (область, район), на територіях економічних і природних регіонів (Західний регіон, Карпатський регіон, зона Полісся, зона Лісостепу, вільна економічна зона «Яворів» та ін.). Національний моніторинг ґрунтів проводиться на території України, відповідно до міжнародної геосферо-біосферної програми «Глобальні зміни» [11; 14].



Рисунок 1.2 – Схема моніторингу довкілля

1.2. Методи моніторингу ґрунтового покриття

Достовірна інформація про реальні просторово-часові зміни впливу суспільства на земельні ресурси є одним з найважливіших чинників гуманної оптимізації, багатогранної системи «людина — довкілля». Вивчення сучасного стану та прогнозу розвитку цих процесів, їхньої взаємодії з іншими факторами є пріоритетом більшості суспільних та природничих наук. Вагоме значення для вирішення поставлених проблем має моніторинг земельних ресурсів та оптимізація його структури і функціональних зв'язків [14].

Сучасні проблеми здійснення моніторингу земель в Україні пов'язані насамперед з його організацією, що могла б забезпечити проведення всебічного і систематичного обліку й оцінки стану земель з метою захисту і поліпшення якості ґрунтів сільськогосподарського призначення. Виникає необхідність у створенні постійно діючої системи обліку, спостереження,

порівняння, вимірювання, інвентаризації і прогнозування екологічного стану земель із виявленням і реєстрацією змін на тлі природних і антропогенних процесів, тобто в постійному функціонуванні служби екологічного моніторингу земель.

Динамічний характер стану навколишнього середовища, особливо земельних ресурсів, вимагає для обґрунтування управлінських рішень надійних даних про їхні кількісні та якісні показники. Система моніторингу земельних ресурсів регулюється насамперед Земельним кодексом України і чинними нормативно-правовими актами. Враховуючи сучасну багатогранність завдань моніторингу земель, необхідно закріпити на законодавчому рівні процедури земельного моніторингу в Україні. При цьому слід чітко визначити, прерогативою яких адміністративно-територіальних органів виконавчої влади є проведення відповідних заходів земельного моніторингу, які державні служби відповідають за реалізацію напрямків земельного моніторингу і володіють та передають офіційну інформацію. Крім цього, необхідно забезпечити нормативно-правове поле проведення моніторингу земель і обов'язки та відповідальність відповідних державних служб.

Необхідно розробити механізми узгодження і систематизації інформації на всіх рівнях виконавчої влади. Важливою проблемою є розробка уніфікованого підходу до реалізації земельного моніторингу. Серйозною проблемою нормативно-правового регулювання моніторингу земель є визначення функцій організацій і установ з надання достовірних даних. При цьому виникає проблема правового регулювання експертизи об'єктивності результатів моніторингу земель.

Не менш важливими є питання розробки та вдосконалення теоретичної бази моніторингу земель. Поки що не розроблені важливі питання моніторингу земель, зокрема: система організації та його ведення, відсутня детальна структура моніторингу земель і його технологічні етапи, не розроблені комплексні методики аналізу земельних ресурсів, не визначено

основних критеріїв і нормативів для оцінки стану земельних ресурсів і виявлення кризових ситуацій.

Важливою проблемою моніторингу земель є розробка чітких підходів до інтерполяції на значній території результатів дискретних досліджень земельних ресурсів. Це вимагає визначення радіусів інтерполяції різних показників моніторингу земель, які можна територіально узагальнювати. Не вирішені проблеми теорії моніторингу земель, які безпосередньо впливають на якість оцінки наслідків негативних процесів і впровадження адекватних заходів для їхнього попередження і ліквідації (Черняга П. Г., Мошинський В.С,) [15;16].

Моніторинг земельних ресурсів є складовою частиною геосистемного моніторингу. Моніторинг змін природно-територіальних комплексів вимагає одночасного врахування прояву техногенних чинників, оскільки людська діяльність проявляється без винятку в усіх регіонах земної кулі. Відповідно, комплексний моніторинг геосистеми вимагає застосування багатогалузевої системи зондування змін усіх якісних та кількісних параметрів природного середовища та техногенних впливів на них.

Оскільки моніторинг геосистем є одночасно складним і цілісним механізмом зондування довкілля, то доцільно впровадити системну класифікацію його об'єктів, методів та засобів.

Напрями моніторингу природних систем поділяють на три групи: геосферний, біосферний та соціосферний (Адаменко О.М., 1993). Перший напрям охоплює неживу природу, другий — живу природу і третій — людську діяльність. Моніторинг геосфери включає зондування літосфери, геоморфосфери, геофізичних сфер, гідро- та атмосфери. Біосферний моніторинг об'єднує зондування фітосфери (рослинного покриву), зоосфери (тваринного світу). Соціосферний моніторинг включає зондування демосфери (людського суспільства) та техносфери (результатів діяльності людини). Безумовно, подана схема моніторингу геосфери має логічну побудову та цілісну структуру [17].

Крім цього, важливим є системний поділ досліджуваних об'єктів на структури різної фізичної природи. У контексті встановлення природних взаємин така градація дає змогу розпочати системне вивчення всіх досліджуваних процесів. Фундаментальна градація географічної оболонки здійснена за принципом її розділення на компоненти неживої і живої природи та комплексні компоненти, наприклад, ґрунти, природні води тощо.

Моніторинг земельних ресурсів неможливий без врахування взаємозв'язку із компонентами живої природи, особливою мірою це стосується прогнозування змін у структурі земельних ресурсів. Не менш вагомим є вплив людського суспільства на структуру, стан та зміни земельних ресурсів. Особливо це актуально у сфері екології, збереження довкілля, раціонального природокористування та оптимізації максимальної ефективності використання природних ресурсів. Моніторинг земельних ресурсів виконується в усіх підсистемах геосфери із використанням усіх придатних для цього методів та технологій природничих та прикладних наук.

Моніторинг земельних ресурсів здійснюють на трьох рівнях — національному, регіональному та локальному.

Національний моніторинг проводиться на основі систематизації даних регіонального моніторингу. На цьому рівні, як правило, виникають проблеми винятково технічного характеру, пов'язані зі своєчасністю забезпечення регіональними звітними матеріалами. Не менш важливою є проблема узгодження даних дистанційного зондування космічними засобами із результатами регіональних досліджень.

Моніторинг земель — це цілісна багатогранна система методів, технологій стеження та комплексної оцінки стану земель, прогнозування їх змін. Для оптимального ведення моніторингу необхідно задіяти різні компоненти, сукупність яких дасть можливість прозоро оцінити стан земель. Результати моніторингу земель є основою розроблення оптимальних програм раціонального землекористування [14].

1.2.1 Системи моніторингу ґрунтів

Одним з основних методів вирішення проблеми забруднення педосфери є моніторинг, оскільки тільки за допомогою масштабного цільового дослідження можна одержати необхідну інформацію для подолання проблем. Сьогодні вже існують деякі програми моніторингу, які намагаються розв'язати проблеми, але вони є недостатньо ефективними, а отже, не можуть повністю вирішувати поставлені перед ними завдання. Існуючі методи моніторингу можна класифікувати залежно від методології: динамічний — аналізуються дані про динаміку розвитку або зміни об'єкта, явища або певної характеристики. Це найпростіший спосіб моніторингу, який застосовують для аналізу відносно простих систем. Конкурентний — згідно з цією методологією досліджують одну, кілька чи низку ідентичних або подібних систем. Це дає можливість оцінити і порівняти показники систем, виявити відмінність між ними, встановити переваги та недоліки. Порівняльний — порівнюють окремі показники або результати більш комплексних досліджень, проведених за ідентичними критеріями, кількох систем одного рівня або вищих і нижчих систем. Такий підхід дає можливість різноманітними показниками, виявити причини, що збільшують або зменшують різницю між ними. Комплексний — поєднує в собі методи дослідження, що використовуються у різних видах моніторингів [18; 19; 20].

Залежно від цілей виокремлюють такі способи моніторингу: інформаційний — полягає у структуризації, нагромадженні і поширенні інформації. Базовий (фоновий) — виявляє нові проблеми, небезпеки, тенденції ще до того, як вони стануть осмисленими на рівні управління. За об'єктом моніторингу організовується постійне спостереження з періодичним вимірюванням показників. Проблемний — з'ясування закономірностей, процесів, небезпек, проблем, які вже відомі і розуміння, усунення, коригування яких є важливим з погляду управління [21; 22].

Спостереження за станом ґрунтів у чинному законодавстві має назву моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. Це один із заходів у галузі охорони земель, позаяк основними завданнями моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів. Зазначене обумовлено тим, що відповідно до ст. 168 Земельного кодексу України від 25 жовтня 2001 року ґрунти земельних ділянок визнано об'єктом особливої охорони. У ст. 1 Закону України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 року ґрунт визначається як природно-історичне органічно-мінеральне тіло, що утворилося на поверхні земної кори і є осередком найбільшої концентрації поживних речовин, основою життя та розвитку людства завдяки найціннішій своїй властивості – родючості.

Система моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення є складником державної системи моніторингу довкілля і являє собою систему спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про зміни показників якісного стану ґрунтів, їх родючості, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів [47]. Об'єктами моніторингу ґрунтів є землі сільськогосподарського призначення (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, перелоги, землі тимчасової консервації). Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться відповідно до загальнодержавної та регіональних програм моніторингу ґрунтів. Його метою є своєчасне виявлення змін стану ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів, розроблення науково обґрунтованих систем землеробства і агротехнологій [47].

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення передбачає виконання таких завдань:

- проведення спостережень, збір, аналіз і опрацювання інформації щодо якісного стану ґрунтів (розвиток ґрунтової ерозії, стан структури ґрунту,

підкислення, засолення, солонцюватість, заболочення ґрунтів, динаміка вмісту гумусу і елементів живлення), забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами, залишковими кількостями пестицидів та іншими токсичними речовинами;

- здійснення комплексного аналізу агроекологічної ситуації на землях сільськогосподарського призначення, оцінки та прогнозу можливих змін стану родючості ґрунтів з урахуванням природних і антропогенних факторів, еколого - меліоративного стану зрошуваних і осушуваних земель;

- розроблення і впровадження науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів та заходів щодо забезпечення відтворення родючості ґрунтів;

- визначення зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування;

- створення та ведення інформаційних банків даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення та інформаційно-аналітичної системи для розроблення заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;

- надання (на договірній основі) землевласникам, землекористувачам та суб'єктам оціночної діяльності у сфері оцінки земель інформації про сучасний стан ґрунтів;

- участь у здійсненні природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель;

- підготовка та видання щорічної (періодичної) доповіді про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення [48; 49].

Залежно від територіального поширення та завдань здійснюються національний, регіональний і локальний моніторинги ґрунтів: національний – охоплює землі сільськогосподарського призначення в Україні; регіональний – охоплює землі сільськогосподарського призначення в межах фізико-географічних і адміністративних одиниць, великих масивів зрошення

та осушення; локальний – проводиться на території окремих землеволодінь та землекористувань [48; 49].

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється шляхом:

- аналізу та узагальнення архівного (базового) фонду даних;
- ґрунтово-агрохімічного та еколого-меліоративного (суцільних і вибіркового) обстежень ґрунтів, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;
- функціонування мережі стаціонарних ділянок та польових дослідів, на яких ведуться спеціальний, кризовий та науковий моніторинг ґрунтів і забезпечуються комплексні дослідження, контроль за властивостями ґрунтів, розроблення прогностичних моделей та ґрунтозахисних технологій;
- використання даних дистанційного зондування та глобальної системи визначення місцезнаходження досліджуваних ділянок [48; 49].

Проведення моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється в такому порядку:

- проведення ґрунтово-агрохімічного обстеження та агрохімічної паспортизації земельних ділянок;
- проведення вибіркового еколого-меліоративних обстежень ґрунтів на зрошуваних і осушуваних землях;
- проведення комплексних та спеціальних спостережень на стаціонарних контрольних ділянках за станом ґрунтів з метою вивчення процесів трансформації та міграції біогенних і хімічних речовин у ґрунтах, а також розроблення прогностичних моделей;
- ведення польових дослідів, на яких забезпечуються комплексні дослідження властивостей ґрунтів, їх родючості (з урахуванням кількості та якості рослинницької продукції), ефективності застосування мінеральних добрив, хімічних меліорантів та інших агрохімікатів, а також розроблення ґрунтозахисних технологій;

– створення та ведення інформаційних банків даних про стан ґрунтів та інформаційно-аналітичної системи для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів, планування ґрунтозахисних та інших заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;

– проведення комплексного аналізу та оцінки змін якісного стану ґрунтів;

– виявлення негативних явищ і кризових територій, обґрунтування, планування заходів щодо їх усунення та підвищення родючості ґрунтів;

– підготовка доповіді про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення [48; 49].

1.2.2 Градація ґрунтів за рівнем забруднення нафтою та нафтопродуктами

Одним із факторів, що стримують вирішення цієї проблеми, є відсутність у нормативних і директивних документах чітких критеріїв оцінки рівня забруднення ґрунту нафтою та нафтопродуктами, екологічного і економічного обґрунтування використання різних методів. Вважають, що ґрунти є забрудненими, коли концентрація нафти чи нафтопродуктів в них досягає такої величини, при якій починаються негативні зміни екологічного стану навколишнього природного середовища, включаючи гідро і атмосферу. Небезпечним забруднення є тоді, коли воно перевищує границю потенціалу самоочищення. Встановлено, що при рівні вмісту нафтопродуктів в ґрунті до 100 мг/кг в ньому ще немає ознак екологічної шкоди, від 400 мг/кг – проявляється фітотоксична дія нафто забруднення, від 2000 мг/кг – пригнічується мікробіоценоз, від 20000 мг/кг – починається повна деградація ґрунту [50].

Згідно з іншою класифікацією, яка базується на дослідженнях консорціуму мікроорганізмів нафто забруднених ґрунтів, виділяють три якісно відмінні рівні забруднення [23;24]:

1. Низький (зона гомеостазу) із вмістом нафтопродуктів до 0,7 мл/кг (від 0,06 до 4,3 %); цей рівень забруднення характеризують незначні кількісні зміни мікробіологічних показників, котрі найчастіше несуттєво відрізняються від контрольних показників.

2. Високий (зона резистентності) – від 50 до 300 мл/кг (від 4,3 % до 25,5 %); у цьому разі спостерігається зміна домінуючих форм.

3. Дуже високий (зона репресії) – більше 300 мл/кг (більше 25,5 %); для цього рівня властиве майже повне пригнічення розвитку мікроорганізмів у ґрунті та інгібування мікробіологічних процесів [25].

Враховуючи фізико-географічні умови України (клімат, типи і склад ґрунту, рослинність та ін.), а також характер землекористування, що впливає на процеси самоочищення у разі забруднення нафтопродуктами, Соловйов В. І. [26] пропонує виокремити такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами (з урахуванням кларку): незабруднені – до 1,5 г/кг; слабо забруднені – від 1,5 до 5,0 г/кг; середньо забруднені – від 5,0 до 13,0 г/кг; сильно забруднені – від 13,0 до 25,0 г/кг; дуже сильно забруднені – більше 25,0 г/кг. Результати відповідного дослідження свідчать, що слабе забруднення може бути ліквідоване у процесі самоочищення ґрунту протягом 2–3 років, середнє – протягом 4–5 років [28].

Згідно з ДСТУ 41-00032626-00-023-2000 – "Охорона довкілля. Рекультивация земель під час спорудження нафтових і газових свердловин" та СОУ 73.1-41-10.01:2004 "Охорона довкілля. Оцінка забруднення ґрунтів та визначення втрат сільськогосподарського виробництва внаслідок погіршення якості земельних ділянок під час спорудження нафтових і газових свердловин", орієнтовно-допустима концентрація (ОДК) нафтопродуктів у ґрунті становить 4000 мг/кг [26; 28].

1.3.1 Вплив нафти і нафтопродуктів на компоненти навколишнього середовища

Сучасні темпи розвитку промисловості та зростаючі енергетичні потреби людства призводять до щорічного росту видобутку нафти в усьому світі, тому в останні десятиліття загострились питання, пов'язані із впливом нафтових і нафтохімічних виробництв на екологічну ситуацію в різних регіонах.

На територіях нафтопромислів і уздовж нафтопроводів, ґрунти, поверхневі і підземні води забруднюються нафтою і нафтопродуктами та супутніми токсичними речовинами, що перетворює родючі землі в екологічно критичні екосистеми.

Нафта – це складна суміш органічних сполук: алканів (парафінові або ациклічні насичені вуглеводні), деяких циклоалканів (нафтенів) і ароматичних вуглеводнів різної молекулярної маси, а також кисневих, сірчистих і азотистих сполук. Характерними забруднювачами, що утворюються в процесі видобутку нафти, є вуглеводні (48%), оксид вуглецю (32%), тверді речовини (20%).

Нафта і нафтопродукти поряд із пестицидами визнані у світі пріоритетними забруднювальними речовинами [1; 13]. Їхня негативна дія на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, екологічні системи й здоров'я людей відзначається на всіх етапах промислового використання цих продуктів – від буріння, перероблення, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання.

Одним із реципієнтів нафтового забруднення є ґрунт. Забруднення ґрунту тісно пов'язане з посиленням негативного впливу шкідливих речовин на рослинність і тваринний світ. У процесі розроблення нафтогазових родовищ ґрунт забруднюється нафтою, нафтопродуктами, різними хімічними речовинами та високомінералізованими стічними водами.

Основною причиною загострення екологічної ситуації в районах

розташування підприємств видобутку та переробки нафти є аварійні розливи нафтопродуктів в результаті технічного зношування обладнання об'єктів і, як наслідок, надзвичайних ситуацій (НС), вірогідність появи яких неможливо виключити. Таким чином, зниження техногенного впливу на навколишнє природне середовище досягається комплексно – як заходами профілактики НС, так і сучасними методами ліквідації їх наслідків.

Більшість (89-96%) аварійних розливів нафти викликають сильні і незворотні пошкодження природних біоценозів [38]. У районі нафтопроводів існують області з постійно порушеним рослинним покривом. На трасах трубопроводів ширина зони таких руйнувань змінюється від 40 до 400 м для однієї магістральної нитки [29].

Під час попаданні у ґрунт нафта і нафтопродукти розподіляються інакше, ніж, наприклад, у водному середовищі. Якщо у разі попадання у воду нафтопродукти утворюють тонку плівку, збіднюються леткими фракціями й далі утворюють емульсії, то у ґрунті вони проникають вглиб від поверхні. Нафта і нафтопродукти всмоктуються ґрунтом (особливо добре сухим ґрунтом) за рахунок капілярних сил й можуть утримуватися в такому стані тривалий час, повністю позбавляючи ґрунт родючості.

Ґрунти вважаються забрудненими нафтою та нафтопродуктами, якщо збільшення концентрації цих речовин піднімається до рівня, при якому порушується екологічна рівновага в ґрунтовій системі, відбувається зміна морфологічних та фізико-хімічних характеристик ґрунтових горизонтів, змінюються водно-фізичні властивості ґрунтів, порушується співвідношення між окремими фракціями органічної речовини ґрунту, знижується продуктивність земель та ін. [30; 31; 32].

Педосфера забруднена нафтою чи нафтопродуктами знаходиться під значним гідрофобним впливом, також знижується концентрація кисню у родючій потужності та відбувається процес витіснення кисень, а також порушується баланс вмісту органічних речовин. Внаслідок цього погіршується водний, повітряний та поживний режим, порушується коренева

живлення рослин, розпочинається некроз верхньої частини рослини зокрема листків, що призводить до неможливості процесу фотосинтезу.

Збільшення концентрації вуглеводнів, як на поверхні ґрунту так і у всій потужності призводить до нагромадження, що повільно розкладаються та в процесі деструкції можуть виділяти похідні шкідливі утворення, як-от: ароматичні вуглеводні, смоли, які закупорюють капіляри ґрунту [33].

При достатньо великих об'ємах пролитих нафти і нафтопродуктів вони проникають у ґрунтові та поверхневі води. При цьому поверхня надовго виводиться з господарського використання, а на місцевості створюється сильна пожежонебезпека [34].

Нафтове забруднення створює нову екологічну ситуацію, що призводить до глибокої зміни всіх ланок природних біоценозів або їхньої повної трансформації. Загальна особливість всіх нафтозабруднених ґрунтів – зміна чисельності і обмеження видового різноманіття ґрунтової мезо-і мікрофауни та мікрофлори. Типи відповідних реакцій груп ґрунтобіонтів на забруднення неоднозначні [35; 36]:

- відбувається масова загибель ґрунтової мезофауни. Через три дні після аварії більшість видів ґрунтових тварин повністю зникає або становить не більше 1% контролю. Найбільш токсичними для них є легкі фракції нафти;

- комплекс ґрунтових мікроорганізмів після короткочасового інгібування відповідає на нафтове забруднення підвищенням валової чисельності і підсиленням активності. Розвиваються «спеціалізовані» групи, що на різних етапах беруть участь в утилізації вуглеводнів;

- максимум чисельності мікроорганізмів відповідає горизонтам ферментації і знижується в них по профілю ґрунтів у міру зменшення концентрації вуглеводнів. Основний «вибух» мікробіологічної активності припадає на другий етап природної деградації нафти;

- у процесі розкладання нафти і нафтопродуктів у ґрунтах загальна кількість мікроорганізмів наближається до фонових значень, але чисельність

нафтоокислювальних бактерій ще тривалий час перевищує ті ж групи в незабруднених ґрунтах;

- зміна екологічної ситуації призводить до пригнічення активності процесу фотосинтезу, що здійснюється рослинними організмами. Передусім це відбивається на розвитку ґрунтових водоростей: від їхнього часткового пригнічення і заміни одних груп іншими до випадання окремих груп або повної загибелі всієї альгофлори;

- змінюються фотосинтезуючі функції вищих рослин;

- на забруднених ґрунтах знижується активність більшості ґрунтових ферментів.

Процеси природної регенерації біогеоценозів на забруднених територіях ідуть повільно, причому темпи становлення різноманітних ярусів екосистем різноманітні. Сапрофітний комплекс тварин формується значно повільніше, ніж мікрофлора та рослинний покрив.

Самоочищення компонентів навколишнього природного середовища від нафти і нафтопродуктів – це стадійний біохімічний процес трансформації забруднювальних речовин, сполучений із поступовим відновленням біогеоценозу. До найбільш загальних етапів трансформації нафти і нафтопродуктів належить [37; 38; 39]:

- фізико-хімічне і частково мікробіологічне розкладання аліфатичних вуглеводнів;

- мікробіологічне розкладання низькомолекулярних структур різних класів, новоутворення смолистих речовин;

- трансформація високомолекулярних сполук – смол, асфальтенів, полі-циклічних вуглеводнів.

Відповідно до етапів біодеградації нафти відбувається регенерація біоценозів.

Внаслідок таких природних процесів, як випаровування, розчинення, утворення емульсій, засвоєння живими організмами і випадання в осад, склад нафти постійно змінюється через розкладання і транспортування

різноманітних компонентів нафти.

Протягом декількох днів 25% нафтової плями зникає внаслідок випаровування легколетких компонентів. Низькомолекулярні компоненти виводяться з нафтової плями головним чином шляхом розчинення, причому ароматичні вуглеводні розчиняються швидше, ніж парафіни при однаковій температурі. Головний абіотичний чинник трансформації ароматичних вуглеводнів, які важко піддаються руйнуванню, – ультрафіолетове випромінювання. Фотохімічні процеси можуть розкласти навіть найбільш стійкі поліциклічні вуглеводні за декілька годин. У ґрунті цей процес може відбуватися тільки на його поверхні [40; 41; 42].

Особливо слід відзначити властивість компонентів навколишнього природного середовища самоочищатися від нафти і нафтопродуктів за рахунок їх біохімічного окислення бактеріями, що містяться в ґрунті, ґрунтовому розчині, природній воді. Біохімічний (мікробіологічний) вплив бактерій, грибків та інших мікроорганізмів на компоненти нафти набагато ширший і охоплює найрізноманітніші речовини порівняно з процесами випаровування і розчинення. Проте не існує якогось одного мікроорганізму, здатного зруйнувати всі компоненти сирої нафти. Бактеріальний вплив характеризується високою селективністю, і повне розкладання всіх компонентів нафти потребує впливу численних бактерій різноманітних видів. При цьому утворюється ряд проміжних продуктів, для руйнації яких потрібні свої організми. Парафінові вуглеводні найбільш легко розкладаються бактеріями. Більш стійкі циклопарафінові і ароматичні вуглеводні зникають з середовища з набагато меншою швидкістю [51; 52; 53; 42].

Самоочищення відбувається в основному за рахунок розкладання нафти і нафтопродуктів, які містяться в розчинному стані у воді або ґрунтовому розчині. Швидкість розкладання є функцією фізичних параметрів навколишнього середовища. До таких параметрів, насамперед належить температура. Процес біохімічного окислення протікає з поглинанням кисню, тому процес самоочищення від нафти і нафтопродуктів протікає тільки в

тонкому поверхневому шарі, достатньо насиченому киснем.

Ґрунт значно меншою мірою спроможний до самоочищення. Через те у випадку значного забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами часто єдиним способом відновлення ресурсного потенціалу території є механічне видалення – заміна забрудненого ґрунту на привезений чистий ґрунт [54].

Внаслідок забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами порушується його здатність до самоочищення, відбуваються значні зміни фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Зокрема, внаслідок руйнування ґрунтових структур і диспергування ґрунтових часток знижується водопроникність ґрунтів, порушується фільтраційний режим ґрунтів. У забруднених ґрунтах різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти. Це погіршує азотний режим ґрунтів і порушує кореневе живлення рослин [32].

Природні екосистеми здатні самоочищатися за рахунок фізико-хімічних і мікробіологічних процесів руйнування вуглеводнів, які достатньо інтенсивно проходять у них. Проте, якщо вчасно не усунути джерело забруднення, нафта і нафтопродукти в ґрунті будуть нагромаджуватися і викликати негативні зміни у водних екосистемах, ґрунтах і рослинному покриві.

Токсичність нафти і нафтопродуктів для риб коливається в широких межах. Отруєння більшості видів риб настає при концентрації емульгованих нафтопродуктів 16-97 мг/дм³. Неочищена нафта викликає загибель осетрових при концентрації 100-200 мг/дм³, а при 50 мг/дм³ спостерігається зниження їх росту і розвитку. З костистих риб до нафти чутливіша памолодь жереха і судака, для яких токсичною є концентрація більше 60 мг/дм³. Стійкіші – сом, сазан і вобла. Вони гинуть при концентраціях 200 мг/дм³. Для карасів летальні концентрації нафтових фракцій, у яких переважають толуол, бензол і ксилол, становить 20 мг/дм³ (експозиція 48 годин). Бензин і дизельне паливо токсичні для памолоді форелі в концентраціях 40-100 мг/дм³ [54].

Личинки і памолодь риб найбільш чутливі до дії нафти і

нафтопродуктів, розливи яких можуть погубити ікру риби і личинки, що перебувають на поверхні води, а памолодь – у мілких водах.

Безхребетні є хорошими індикаторами забруднення нафтою і нафтопродуктами, оскільки обмежені в пересуванні. Вплив розливів нафти на безхребетних може тривати від тижня до 10 років. Це залежить від виду нафти; обставин, при яких відбувся розлив, і факторів впливу на організми. Колонії безхребетних (зоопланктон) у великих об'ємах води повертаються до колишнього (до розливу) стану швидше, ніж ті, які перебувають в невеликих об'ємах води.

Рослини також є хорошими об'єктами для спостереження за впливом на них забруднених ґрунтів. Опубліковані дані про вплив розливів нафти містять факти загибелі дерев, морської трави, більшості водоростей; збільшення або зменшення біомаси і активності до фотосинтезу колоній фітопланктону; зміни активності мікроорганізмів і збільшення числа мікробів. Вплив розливів нафти на основні місцеві види рослин може продовжуватися від декількох тижнів до 5 років залежно від типу нафти; обставин розливу і видів, які постраждали. Робота щодо механічного очищення забруднених місць може зменшити відновний період на 25%-50%. Для повного відновлення лісу потрібно 10-15 років [54; 28].

У ґрунті можливі перетворення нафти на більш токсичні сполуки, які можуть там накопичуватися. Забруднений ґрунт може стати джерелом надходження токсикантів в організм людини трофічними ланцюгами: ґрунт – рослина – продукти харчування; ґрунт – ґрунтові води – людина; ґрунт – атмосферне повітря – людина, що збільшує ризик виникнення екологічно зумовлених захворювань [12].

Особливо небезпечними є аварійні виливи нафти і нафтопродуктів на ґрунт (більше 10 л/м²). За таких ситуацій концентрація нафтопродуктів у ґрунтах сягає такої величини, за якої починаються негативні екологічні зміни, а саме: гине ґрунтова біота, відбувається відмирання рослин або знижується їх продуктивність, настають зміни в морфологічних, водно-

фізичних властивостях ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод внаслідок вимивання нафтопродуктів із ґрунту та їх розчинення у воді [12].

У разі проникнення нафти в гумусовий горизонт відбувається склеювання ґрунтової маси. Внаслідок закупорення капілярів ґрунту нафтою порушується аерація та окислювально-відновлювальний потенціал, створюються анаеробні умови. Через те ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання тощо [12; 39].

Вертикальне просування нафти вздовж ґрунтового профілю створює хроматографічний ефект, який призводить до диференціації складу нафти – у верхньому, гумусовому горизонті сорбуються високомолекулярні компоненти, які містять багато смолисто-асфальтенових речовин та циклічних сполук; у нижні горизонти проникають, в основному, низькомолекулярні сполуки, які характеризуються більш високою розчинністю у воді, ніж високомолекулярні компоненти [23].

Легкі вуглеводні високотоксичні, важко засвоюються мікроорганізмами, тому довго зберігаються в нижніх частинах ґрунтового профілю в анаеробному стані. Легка фракція випаровується, в основному, ще на поверхні ґрунту або змивається водними потоками [30].

Шкідливий вплив смолисто-асфальтенових сполук на ґрунт полягає не стільки в хімічній токсичності, скільки у зміні водно-фізичних властивостей ґрунту. Зазвичай смолисто-асфальтенові компоненти сорбуються у верхньому, гумусовому горизонті, пори в ґрунті при цьому зменшуються. Гідрофобні компоненти, покриваючи коріння рослин, різко погіршують поступлення до них вологи, спричиняють їх загибель [23; 30; 39].

Тривалість всього процесу трансформації нафти у різних ґрунтово-кліматичних зонах різна – від декількох місяців до десятків років. Шкідливі компоненти, які мають різну розчинність у ґрунтових водах, відповідно, з різною швидкістю потрапляють у водні джерела [23].

Залежно від ряду факторів, а саме: хімічних і фізичних властивостей

забруднювальної речовини, водного режиму і гранулометричного складу ґрунту, рівня і терміну забруднення, – вплив вуглеводнів на властивості ґрунту як фізико-хімічної та дисперсної системи значно різняться. Набуті зміни можуть мати сталий характер, можуть зменшуватися з часом, а можуть проявлятися лише в окремі, несприятливі за зволоженням роки [30].

Рекультивация порушених і забруднених земель на нафтових родовищах є одним з найважливіших завдань що до досягнення рівноваги в порушених ландшафтах. За допомогою сучасних агротехнічних, фітомеліоративних і мікробіологічних технологій існує реальна можливість повернення порушених і забруднених земель у природне функціонування за короткий період.

Під час розроблення й експлуатації нафтогазових родовищ запобігти забрудненню ґрунту і збереженню рослинності допоможуть такі заходи: заходів – впровадження ефективних методів і засобів відділення нафтошламів з бурових вод і вивезення їх у спеціально відведені місця; зменшення об'ємів використання промивних розчинів за рахунок повторного використання бурових вод, поліпшення техніки і технології їх очищення; впровадження нових способів пересування бурових веж (застосування пневматичних пристроїв та ін.); розроблення і впровадження мікробіологічного очищення ґрунтів від забруднень нафтою й нафтопродуктами; будівництво систем збору й перероблення нафтового газу і газоконденсату [20].

Вплив нафтопродуктів на здоров'я людини. Токсичність нафти, нафтопродуктів і газів, що виділяються з них, визначається, головним чином, поєднанням вуглеводнів, що входять до їх складу (ароматичні вуглеводні, феноли). Важкі бензини є токсичнішими порівняно з легкими, а токсичність суміші вуглеводнів вища за токсичність її окремих компонентів. Значно зростає токсичність нафтопродуктів під час перероблення сірчистих нафт. Найбільш шкідливою для організму людини є комбінація вуглеводню і сірководню. У цьому випадку токсичність виявляється швидше, ніж при

ізолюваній їх дії.

Високо небезпечними (санітарний клас 2) отруйними компонентами нафти і газу є меркаптани, оксиди азоту, сірководень; помірно небезпечними (санітарний клас 3) – метанол, діоксид сірки. Оксиди вуглецю і всі граничні вуглеводні належать до малонебезпечних (санітарний клас 4). Надзвичайно небезпечними (санітарний клас 1) є ванадій, нікель та інші важкі метали нафти.

За характером дії на людину токсиканти нафтопромисловості поділяються на три види:

- 1) нервові (важкі вуглеводні, сірководень, тетраетил свинець, меркаптани);
- 2) дратівливі (оксиди азоту і сірки);
- 3) кров'яні (монооксид вуглецю — утворює стійкий карб оксигемоглобін).

1.3.2 Вплив нафти на стан ґрунтів і їх функції

Полікомпонентність нафти та мінливість її складу зумовлює різнобічність негативної дії на ґрунти. Основними механізмами деградації ґрунту при забрудненні нафтою є: безпосереднє пригнічення біологічних процесів токсичними компонентами; зменшення вологоємності ґрунту й заблокування поживних речовин внаслідок гідрофобізації поверхні важкими вуглеводнями; диспергація ґрунту одновалентними катіонами супутніх солей. Нафтопродукти, завдяки високій адсорбційній здатності ґрунту, тривалий час зберігаються в ньому, змінюючи його фізико-хімічні і біологічні властивості.

Дослідження фізико-хімічних властивостей нафтозабруднених ґрунтів виявили, що рН ґрунтового розчину у разі нафтового забруднення підлужнюється. Показано, що нафтозабруднені ґрунти з великим вмістом високо мінеральних супутніх вод містять високі концентрації солей натрію.

Натрій, входячи до ґрунтового поглинального комплексу, витісняє катіони, які визначають ґрунтову кислотність, викликаючи тим самим підлужнення ґрунтів (рН водної суспензії ґрунту може підніматися від 5,0 до 8,3). Склеювання структурних частин ґрунту нафтою призводить до зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує його повітряно-водний режим [56; 58]. Ґрунти, просочені нафтопродуктами, втрачають здатність вбирати і затримувати вологу. Через забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал, порушується вуглецево-азотний баланс, змінюється вміст поглинутих основ кальцію і магнію, внаслідок цього ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання та ін. [57, 2].

Основним механізмом негативної дії нафтових вуглеводнів є створення стійкої гідрофобної плівки на поверхні ґрунтових часточок. Проте, залежно від ряду факторів, а саме: хімічних і фізичних властивостей забруднювальної речовини, водного режиму і гранулометричного складу ґрунту, рівня і терміну забруднення, вплив вуглеводнів на властивості ґрунту, як фізико-хімічної та дисперсної системи, значно різниться. Набуті зміни можуть мати сталий характер, можуть зменшуватися з часом, а можуть проявлятися лише в окремі, несприятливі за зволоженням роки. Гідрофобні властивості ґрунтів, що зазнали вуглеводневого забруднення, значною мірою визначені концентрацією забруднювальної речовини та її якісним складом. Легкі фракції нафти та відповідні нафтопродукти (бензин, гас) впливають на ці властивості ґрунту слабо і короткочасно, а гідрофобізуюча дія мазуту та інших важких нафтопродуктів є дуже сильною і не зникає принаймні протягом п'яти років спостережень [56].

Час всмоктування краплі води у ґрунт, забруднений бензином, гасом та дизпаливом, на цей період становив 3-5 секунди, мазутом – 20-30 секунд, а у дуже забруднений бітумізований ґрунт – більше 10 хвилин. Отже, вирішальне значення у тривалості негативної дії забруднення має створення

гідрофобних умов важкими вуглеводнями. Внаслідок цього, найбільшу небезпеку становлять мазут, гудрон, бітум та інші стійкі до розкладу нафтопродукти [58].

Природне відновлення ґрунтових екосистем, забруднених нафтою, довготривалий і складний процес [43].

Співставлення гідрофобних властивостей ґрунту, забрудненого окремими нафтопродуктами, з динамікою гідрофобності нафтозабрудненого ґрунту дозволяє зробити такі висновки:

1. Педохімічна активність нафти визначається важкими фракціями вуглеводнів, завдяки розчиненню яких у рідких легких вуглеводнях гідрофобна плівка на поверхні ґрунтових часточок займає більшу площу і діє сильніше;

2. Гідрофобні властивості ґрунту, набуті внаслідок забруднення нафтою, мають певну етапність у часі. протягом першого року після забруднення спостерігається сильний сумарний ефект, на другий-четвертий рік гідрофобність значно меншає, але залишається на одному рівні, що у два рази перевищує фоновий.

Очевидно, що саме цей незмінний рівень набутої гідрофобності і обмежує врожайність рослин у несприятливі за зволоженням роки [45].

Постановка завдань досліджень

Аналізуючи літературні джерела та наукові роботи у сфері моніторингу ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами на території нафтогазових родовищ можна дійти висновку, що постає необхідність:

1. У розробленні нових методів екологічного моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ з метою дослідження проблеми забруднення педосфери нафтопродуктами.

2. Дослідження процесів міграції нафтопродуктів у ґрунтовому покриві з метою підвищення якості рекультивациі деградованих територій та

розробленню прогнозних моделей для своєчасного виявлення територій, які перебувають у зоні ризику забруднення.

3. Встановлення залежностей між станом забруднення ґрунтів нафтопродуктами та їх генезисом і виявлення закономірностей поширення поліюганта у досліджуваному середовищі.

4. Обґрунтування та розроблення методів сповільнення та перешкоджання потрапляння нафтопродуктів у ґрунтовий покрив з потенційних джерел забруднення із врахуванням можливості подальшого використання рекультивованих територій.

5. У зв'язку з цим у дисертаційній роботі вирішується актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтового покриву на територіях виснажених нафтогазових родовищ та шляхом дослідження міграційних процесів нафтопродуктів у середовищі та їхнім впливом на генезис екосистем; розроблення методів прогнозування та ліквідації ймовірності потрапляння забрудника у досліджуване середовище.

Качала Тарас Богданович

РОЗДІЛ 2

ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ

Проблеми охорони навколишнього середовища від забруднення нафтою і нафтопродуктами (вуглеводнями) останнім часом стають все актуальнішими, що пов'язано з високою вартістю робіт під час застосування механічних, фізичних, хімічних та термічних способів очищення, а також з обмеженістю їх можливостей. Окрім того, щорічно збільшується кількість джерел надходження нафти і нафтопродуктів у навколишнє середовище [60].

Нафтопродукти є одними з найбільш поширених та небезпечних техногенних забрудників, що зумовлено здатністю вуглеводнів утворювати токсичні сполуки у ґрунтах, поверхневих та підземних водах.

Джерелом забруднення можуть стати об'єкти нафтопродуктового забезпечення, тобто всі споруди, що пов'язані з видобуванням, зберіганням та очищенням нафти, переробкою нафти, транспортуванням нафти і нафтопродуктів та їх споживанням [61].

Забруднення земель (ґрунтів) нафтопродуктами внаслідок діяльності автотранспорту суттєво відрізняється від розливів нафти під час видобування та транспортування, оскільки при цьому у нижні горизонти нафтопродукти проникають поступово, у міру зростання концентрації речовин на поверхні [62].

У їхній перелік входять практично всі автотранспортні підприємства, трубопровідний транспорт, підприємства нафтохімічної та нафтогазодобувної промисловості. Аварії, пов'язані з викидом вуглеводнів, трапляються як внаслідок відмови обладнання (найчастіше електрохімічна та біологічна корозія), так і через несанкціоноване проникнення в трубопроводи [60; 62].

Під час спорудження свердловин потенційними забруднювальними речовинами є: промивні рідини та тампонажні розчини; бурові стічні води і

буровий шлам; пластові флюїди; паливно-мастильні матеріали та інші відходи спорудження свердловин. Перераховані впливи діють на різноманітні компоненти природного середовища, серед яких ґрунти, міжпластові води, ґрунтові води, поверхневі води [63].

Видобування нафти пов'язане з подальшим її збереженням на поверхні. Внаслідок поступової фільтрації з об'єктів видобутку та місць зберігання виникає забруднення компонентів природного середовища [64].

Для встановлення ймовірних джерел забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами та вуглеводнями різного порядку ми вирішили застосувати експертну оцінку як один із найефективніших інструментів для підвищення рівня екологічної безпеки територій, що потрапляють у зону ризику, за допомогою колективного інтелектуального штурму [65].

2.1. Експертні моделі та їх практична цінність

Методи експертних оцінок – це спосіб прогнозування та оцінки майбутніх результатів дій на основі прогнозів фахівців. Під час застосування методу експертних оцінок проводиться опитування спеціальної групи експертів (5 і більше осіб) з метою визначення певних змінних величин, необхідних для оцінення досліджуваного питання. До складу експертів слід включати людей з різними типами мислення – образним і словесно-логічним, що сприяє успішному розв'язанню проблеми [66].

Залучені експерти можуть висловити свою думку щодо найкращих способів мобілізації резервів, залучення інвестицій, термінів досягнення поставлених завдань, критеріїв відбору оптимальних варіантів рішення тощо.

Необхідною умовою ефективного застосування методів експертної оцінки є достатня обізнаність експерта з досліджуваною проблемою, високий рівень ерудиції, здатність його давати чіткі вичерпні відповіді, до того ж експромтом. Крім того, експерт не повинен бути зацікавленим в тому чи іншому варіанті вирішення поставленої перед ним проблеми. Експерти

добираються за ознакою їх формального професійного статусу – посади, наукового ступеня, стажу роботи та ін. Такий підбір сприяє тому, що в число експертів потрапляють високопрофесійні, з великим практичним досвідом у даній галузі спеціалісти [66].

Отже, методи експертної оцінки вимагають ретельної підготовки експертів, робота яких передбачає:

- 1) чітке визначення мети і завдань, а в деяких випадках об'єднання та систематизація висновків;
- 2) набір достатньо компетентних незалежних експертів в області відповідних об'єктів;
- 3) обговорення питання в групі експертів чи виключення безпосереднього спілкування між ними;
- 4) надання учасникам експертизи на кожному наступному етапі результатів і висновків попереднього етапу. Це дає змогу зробити певні висновки, які поділяє більшість експертів;
- 5) вибір найбільш оптимальних методів обробки висновків експертів;
- 6) точне формулювання підсумкових висновків в експертній роботі.

Метод експертних оцінок – це фактично метод прогнозування, основоположним критерієм якого є досягнення згоди серед усіх членів експертної групи. Організаційно це виглядає так. Експерти, обізнані у взаємопов'язаних сферах діяльності, детально відповідають на питання анкети, пов'язаної з досліджуваною проблемою. Кожен з них фіксує свою думку про проблему, а потім повідомляє про відповідь своїм колегам. У випадку розбіжності його прогнозу з думкою інших експерт зобов'язаний пояснити причину такої невідповідності. Далі процедура повторюється доти, поки думки експертів не збіжаться. При цьому потрібно дотримуватися анонімності, що допомагає уникнути можливості групових роздумів над проблемною ситуацією [67].

Всі експертні методи поділяються на дві групи – індивідуальні і колективні – та підгрупи (рис. 2.1).

Індивідуальні експертні методи – це використання думок експертів, які сформульовані особисто кожним із них самостійно без врахування думок інших експертів. До індивідуальних експертних методів належать: інтерв'ю та анкетування [67; 68].

Сутність методу інтерв'ю полягає в організації співбесіди аналітика з експертом, в ході якої експерт дає відповіді на запитання аналітика щодо факторів впливу на досліджуваний об'єкт, очікуваних результатів господарювання, невикористаних резервів, шляхів виходу з кризи, напрямів підвищення ефективності виробництва тощо [68, 69].

Метод анкетування (аналітичного експертного оцінювання) полягає в наданні експертом письмових відповідей на запитання анкети. Проте цей метод має певні недоліки, зокрема експерт може не зрозуміти запитання анкети, виявити суб'єктивізм, небажання критикувати керівництво і залишати свою письмову відповідь тощо [69].

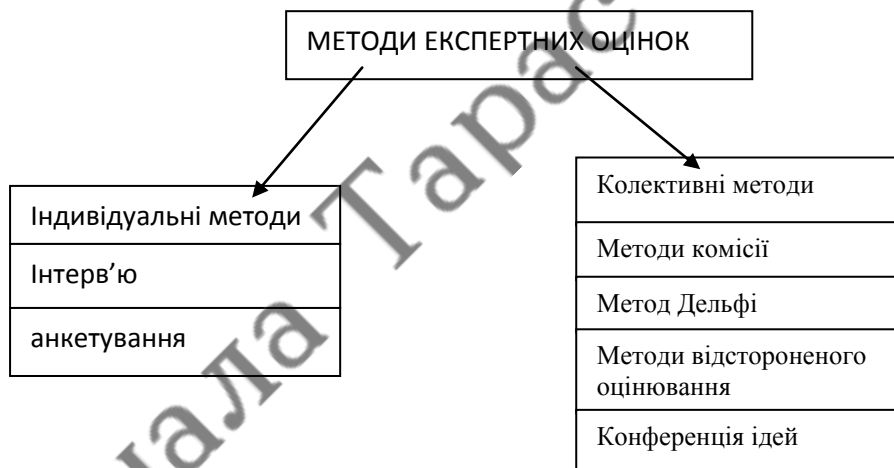


Рис. 2.1 Основі види методів експертних оцінок

Основними перевагами індивідуальних методів експертних оцінок є простота організації обстеження, зрозумілість, врахування і використання набутих знань і досвіду кожного експерта. Обмеженням застосування цих методів виступає обмеженість знань, інформації експертів з суміжних сфер

діяльності. Виходячи з цього, більшого поширення на практиці набули колективні експертні методи [69; 70].

Колективні експертні методи – це методи, які забезпечують формування єдиної спільної думки внаслідок взаємодії залучених фахівців-експертів [70].

Серед колективних методів експертної оцінки виділяють: метод комісії (зокрема проведення виробничих нарад, конференцій, семінарів, дискусій за «круглим столом»), методи Дельфі, відстороненого оцінювання, конференція ідей та ін. [67].

Метод комісії полягає у виробленні експертами кращого варіанта досягнення поставленої мети з урахуванням усіх висловлених на нараді пропозицій, ідей [68; 70].

Позитивною ознакою цього методу є можливість залучення для експертизи фахівців з широким діапазоном знань із суміжних галузей науки та практики. Негативним є можливий суб'єктивізм, наявні стереотипи мислення, що склалися в експертів, їх схильність до компромісу.

Метод відстороненого оцінювання полягає у виборі оптимального незалежного рішення із числа висловлених експертами на нараді. Робота наради поділена на дві частини: висунення ідей та їх критичний аналіз [70].

Метод Дельфі – один із методів колективної експертної оцінки, який передбачає проведення експертного опитування серед групи спеціалістів у кілька турів (частіше у 3–4 тури) для вибору найкращого із рішень. Метою застосування методу Дельфі є удосконалення групового підходу до вирішення завдання розробки прогнозу, оцінки за рахунок взаємної критики поглядів деяких спеціалістів, висловлюваних без безпосередніх контактів між ними та при збереженні анонімності думок чи аргументів на їх захист [69].

В одному з варіантів цього методу пряме обговорення замінюється обміном інформацією з використанням спеціально розроблених запитальників. Можливе також застосування особливих прийомів опитування через ЕОМ [66].

Згідно з методом Дельфі учасників просять висловити свої думки, обґрунтувати їх, а в кожному наступному турі опитування їм видається нова, уточнена, інформація щодо висловлених думок, яку одержують внаслідок розрахунку збігу думок за раніше виконаними етапами роботи. Цей процес продовжується до практично повного збігу думок. Після цього фіксуються думки, які не збігаються [66].

Цей метод успішно застосовують у маркетингу. Його використовують для того, щоб зробити експертне прогнозування шляхом організації системи збирання та математичної обробки експертних оцінок.

Конференція ідей подібна до мозкового штурму, але відрізняється від нього темпом проведення нарад та дозволеною короткою доброзичливою критикою ідей у формі реплік і коментарів. При цьому стимулюється поєднання кількох пропозицій, фантазування, що сприяє підвищенню якості ідей [66; 69; 70].

2.1.1 Експертна модель забруднених нафтопродуктами земельних ділянок

Експертні системи, що є однією зі сфер застосування штучного інтелекту, використовуються для аналізу і оброблення різних типів інформації шляхом імітації ходу міркування, яким би скористався експерт під час вирішення поставленого завдання. Дослідження у сфері штучного інтелекту ведуться в різних країнах світу. Експертні системи успішно застосовують в таких галузях науки, як медицина, хімія, математика, геологія, планування і т.д. Досліджуються і розробляються нові експертні системи в екології [1-4 та ін.]. Найбільш доцільним на початкових етапах встановлення екологічної проблеми ми вважаємо використання експертної узагальненої думки щодо вирішення поставленого завдання. Для цього широко застосовують методи системного аналізу [71; 72].

Одне з завдань досліджень — встановити потенційні місця забруднення нафтопродуктами ділянок в межах Івано-Франківської області. Для цього був застосований один із методів системного аналізу – метод Дельфи. Для розроблення експертної моделі забруднення нафтопродуктами ділянок землі ми використали такий алгоритм [72; 73]:

- 1) уточнення проблем або об'єктів для експертизи;
- 2) формування групи експертів;
- 3) розроблення анкети та опитування експертів;
- 4) математичне опрацювання результатів опитування;
- 5) уточнення експертами своїх оцінок.

За першим кроком алгоритму уточнено проблему проведення подальшої оцінки, встановлено об'єкти, що можуть забруднювати ґрунтовий покрив нафтопродуктами. За допомогою мозкового штурму експерти встановили, що в межах Івано-Франківської області потенційними забруднювачами ґрунтового покриву нафтопродуктами можуть бути такі види господарської діяльності (рис. 2.1) [71]:

- нафто - і газопереробні заводи;
- об'єкти нафто - і газовидобутку;
- газокompресорні станції;
- газорозподільні станції (ГРС) та газорозподільні пункти (ГРП);
- автотранспортні підприємства;
- автозаправні станції (АЗС);
- автогазозаправні пункти (АГЗП) та автогазозаправні станції (АГЗС);
- об'єкти авіаційної галузі;
- залізничний транспорт та об'єкти залізничної інфраструктури.

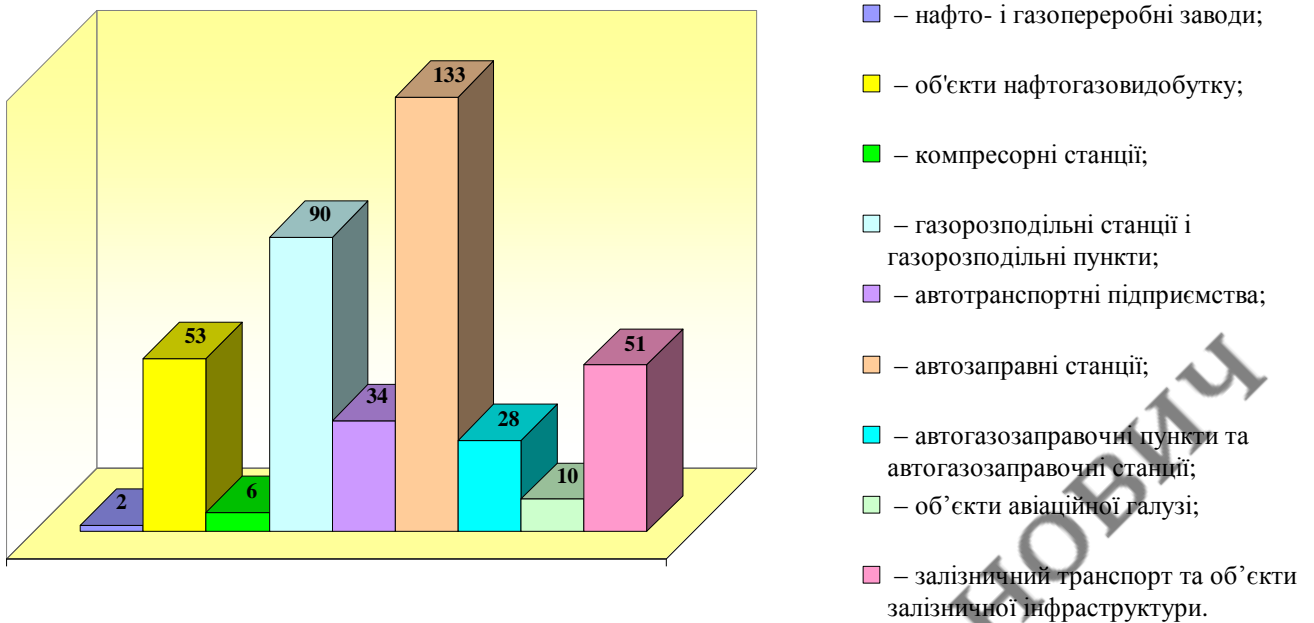


Рисунок 2.1 – Кількість потенційних джерел забруднення ґрунтів нафтопродуктами на території Івано-Франківської області

Наступний крок – формування групи експертів. Конкретний склад і чисельність групи експертів визначається характером аналізованих проблем, можливістю залучення до експертизи компетентних спеціалістів [71]. Ступінь компетентності експертів визначається за формулою:

$$K_k = \frac{K_z + K_a}{2} \quad (2.1)$$

де K_z – коефіцієнт ступеня знайомства експерта з проблемою; $K_z \leq 1$;

K_a – коефіцієнт аргументованості рішень експерта, $K_a \leq 1$.

Коефіцієнт ступеня знайомства (K_z) визначається самооцінкою експерта за десятибальною шкалою і множенням оцінки на 0,1. Може бути використана така шкала оцінок ступеня знайомства експерта з проблемою:

- | | |
|-----------|--|
| 0 балів | – експерт не знайомий із проблемою; |
| 1-3 бали | – погано знайомий, але проблема входить до кола інтересів; |
| 4-6 балів | – задовільно знайомий, але практично не займається; |
| 7-9 балів | – добре знайомий і займається практично; |
| 10 балів | – вузький фахівець із проблеми. |

Для одержання значення K_a може бути використана шкала аргументованості (табл. 2.1). Експерт відмічає відповідну графу по кожному виду джерел, а потім числа з відзначених граф підсумовуються [71].

Таблиця 2.1 – Шкала оцінок аргументованості думок експертів

Джерело аргументів	Ступінь впливу аргументів		
	високий	середній	низький
Теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Досвід	0,5	0,4	0,2
Література	0,1	0,08	0,04
Інтуїції	0,5	0,04	0,2

Якщо розрахований ступінь компетентності експертів (коефіцієнт K_k) менший за 0,5, то такий експерт не бере участі в подальшій експертній оцінці та визначається інший експерт.

Для виконання експертної оцінки ми залучили одинадцять експертів з числа провідних вчених та аспірантів, які певною мірою обізнані з проблемою та мають відповідні публікації щодо суті поставленої проблеми, а також колом їх наукових інтересів (табл. 2.2). Шляхом самоаналізу встановлено ступінь компетентності для вирішення проблеми у проведенні експертної оцінки забруднення нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області (табл. 2.2). Розрахунок аргументованості експертів показав, що всі одинадцять експертів достатньо компетентні у вирішенні даної проблеми та можуть брати участь у подальшій експертній оцінці [71].

На третьому етапі експерти самостійно розробили базу даних з об'єктів, які ймовірно забруднюють ґрунтовий покрив нафтопродуктами. До означеної база даних увійшло 407 об'єктів різних галузей промисловості (див. рис. 2.1). База даних формувалася на основі даних обласного управління статистики та відомостей з мережі Internet. Також всі об'єкти були нанесені на карту Івано-Франківської області (рис. 2.2) [72; 73].

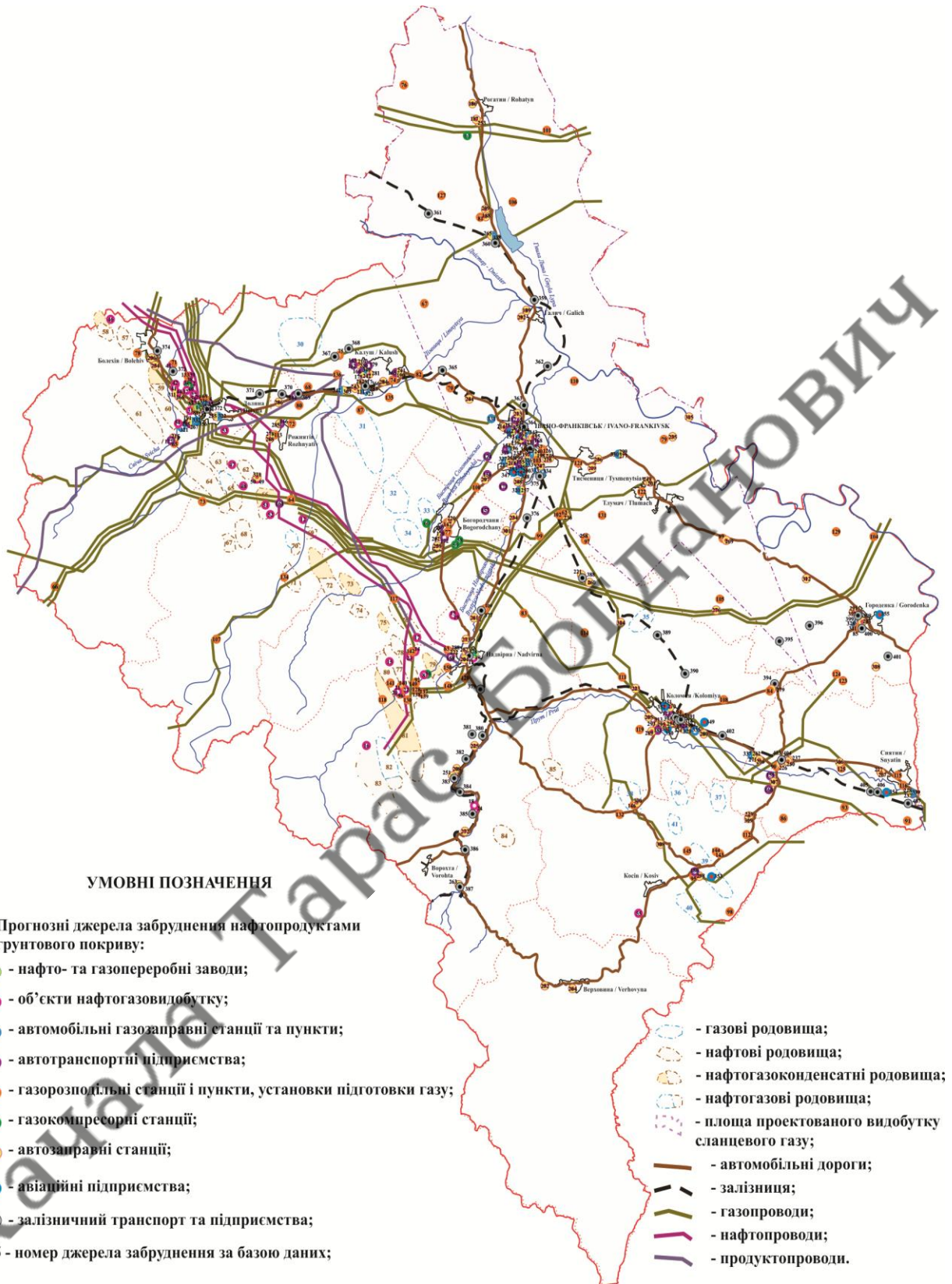


Рисунок 2.2 – Потенційні промислові об'єкти, що забруднюють ґрунтовий покрив нафтопродуктами

Наступним кроком експерта була оцінка ймовірного забруднення ґрунту нафтопродуктами. Для усвідомлення загальної думки експертів щодо рівня ймовірного забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами експертам запропоновано наступну бальну оцінку (за рівень ГДК прийнято максимальну концентрацію, яка передуює незворотнім змінам у компонентах навколишнього середовища):

- 0 балів – територія не забруднена;
- 10-50 балів – територія слабо забруднена – фон до 0,4 ГДК;
- 60-80 балів – територія забруднена – вище фону 0,4-1,0 ГДК;
- 90-100 балів – територія сильно забруднена – вище 1,0 ГДК.

Таблиця 2.2 – Оцінка ступеня компетентності експертів

Експерт	Коло наукових інтересів експерта	K_s	K_a	K_k
1	2	3	4	5
1	Моделювання оцінок впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище	0,8	0,83	0,82
2	Екологічна безпека трубопровідного транспорту	0,7	0,76	0,73
3	Екологічна безпека зберігання та транспортування нафтопродуктів	0,6	0,72	0,66
4	Системи екологічного моніторингу	0,6	0,84	0,72
5	Екологічна безпека об'єктів гірничопромислових об'єктів	0,8	0,52	0,66
6	Екологічний аудит територій	0,6	0,52	0,56
7	Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем	0,5	0,52	0,51
8	Геоінформаційне моделювання екологічно небезпечних процесів та явищ	0,5	0,52	0,51

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
9	Природна та техногенна безпека поверхневих гідроекосистем	0,6	0,64	0,62
10	Емісія нафтопродуктів у ґрунтового покриву	0,6	0,52	0,56
11	Запобігання природним повеням	0,5	0,53	0,52

Таблиця 2.3 – Зведена база даних оцінки об'єктів ймовірного забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктів

Об'єкт (категорія) оцінки	Фактори оцінки	Кількість об'єктів оцінки у базі даних
Нафто- і газопереробні заводи	x_1	2
Об'єкти нафто- і газовидобутку	x_2	53
Газокомпресорні станції	x_3	6
Газорозподільні станції та газорозподільні пункти	x_4	90
Автотранспортні підприємства	x_5	34
Автозаправні станції	x_6	133
Автогазозаправні пункти та автогазозаправні станції	x_7	28
Об'єкти авіаційної галузі	x_8	10
Залізничний транспорт та об'єкти залізничної інфраструктури	x_9	51

Опитування експерта проводилося анонімно шляхом занесення у базу даних відповідних балів (оцінок) для кожного з критерію (ймовірного об'єкта забруднення території нафтопродуктами). Всі оцінки, отримані в ході опитування експертів, зводяться в матрицю:

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & C_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

При цьому деяких оцінок може не бути, якщо експерт утримався від оцінки якогось чинника. На основі даних анкетного опитування складається зведена матриця рангів для ймовірних об'єктів забруднення території нафтопродуктами (табл. 2.4) та діаграма думок експертів (рис. 2.3). Оскільки в матриці є пов'язані ранги (однаковий ранговий номер) в оцінках 1-го, 2-го, 7-11-го експертів, зробимо їх переформування.

Переформування рангів здійснюється без зміни думки експерта, тобто між ранговими номерами повинні зберегтися відповідні співвідношення (більше, менше або дорівнює). Також не рекомендується ставити ранг вище 1 і нижче значення, що дорівнює кількості параметрів. На підставі переформування рангів будується нова матриця рангів (табл. 2.5), де:

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n} = \sum x_{ij} - 55. \quad (2.3)$$

Перевірка правильності складання матриці на основі обчислення контрольної суми:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+9)9}{2} = 45. \quad (2.4)$$

Якщо сума за стовпцями матриці рівна між собою і контрольній сумі, то матриця складена правильно.

За розрахунками, чинники за значущістю розподілилися таким чином (табл. 2.6) [71].

Таблиця 2.4 – Зведена матриця рангів експертної оцінки ймовірних об'єктів забруднення території нафтопродуктами

Фактори оцінки	№ експерта										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x_1	50	45	70	90	75	40	45	90	80	75	75
x_2	57	43	68	52	67	33	47	52	74	58	58
x_3	40	40	12	38	50	17	20	28	60	60	60
x_4	14	33	2	47	35	6	0	47	49	47	47
x_5	19	51	19	40	15	9	10	41	36	27	27
x_6	50	40	26	39	0	13	10	40	50	27	20
x_7	20	33	10	36	10	12	0	36	30	28	20
x_8	36	40	20	30	13	18	20	35	66	37	37
x_9	60	54	44	53	7	22	69	52	60	31	31

Таблиця 2.5 – Переформатована матриця рангів

Фактори оцінки	№ експерта											Сума рангів	d	d^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
x_1	6,5	7	9	9	9	9	7	9		9		92,5	37,	1406,25
x_2	8	6	8	7	8	8	8	7,5	8	7	7	82,5	27,5	756,25
x_3	5	4	3	3	7	5	5,5	1	5,5	8	8	55,0	0	0
x_4	1	1,5	1	6	6	1	1,	6	3			30	-16	256
x_5	2		4	5	5	2	3,5	5	2	,5		41,0	-14	19
x_6	,	4	6	4	1	4	3,5	4	4	1,5	1,5	40,0	-15	225
x_7	3	1,5	2	2	3	3	1,5	3	1	3	1,5	24,5	-30,5	930,25
x_8	4	4	5	1	4	6	5,5	2	7	5	5	48,5	-6,5	42,25
x_9	9	9	7	8	2	7	9	7,5	5,5	4	4	72,0	17	289
Σ	45	4	45	4	5		45	45	45	45	45	95,0	0	4101

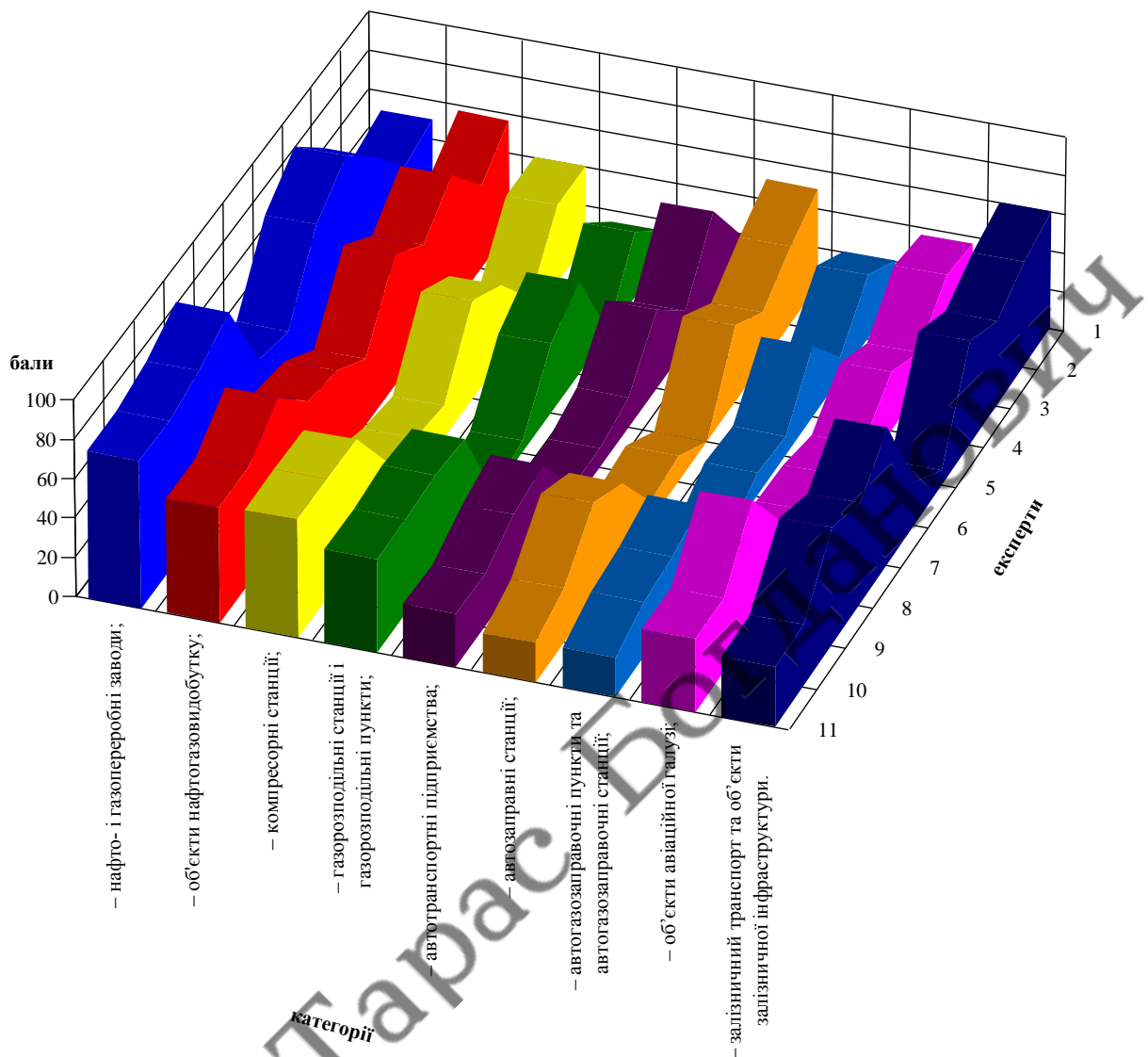


Рисунок 2.3 Діаграма думок експертів щодо ймовірного забруднення ґрунтового покриву Івано-Франківської області нафтопродуктами

Таблиця 2.6 – Розташування факторів за значущістю

Фактори оцінки	Сума рангів
x_7	24,5
x_4	39,0
x_6	40,0
x_5	41,0

x_8	48,5
x_3	55,0
x_9	72,0
x_2	82,5
x_1	92,5

Проведемо оцінку середнього ступеня узгодженості думок всіх експертів. Для цього скористаємося коефіцієнтом конкордації для випадку, коли є пов'язані ранги (однакові значення рангів в оцінках одного експерта):

$$W = \frac{S}{1/12m^2(n^3 - n) - m \sum T_i}, \quad (2.5)$$

де $S=4101$, $n=9$, $m=11$;

$$T_i = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i)$$

L_i – число зв'язок (видів повторюваних елементів) в оцінках i -го експерта;
 t_i - кількість елементів в l -й зв'язці для i -го експерта (кількість повторюваних елементів).

Після проведення відповідних розрахунків одержуємо коефіцієнт конкордації $W = 0.57$, що вказує на наявність середнього ступеня узгодженості думок експертів. Для оцінки значущості коефіцієнта конкордації розраховуємо критерій узгодження Пірсона:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12}mn(n+1) + \frac{1}{n-1} \sum T_i} = \frac{4101}{\frac{1}{12}11 \times 9(9+1) + \frac{1}{9-1}6.5} = 50.2 \quad (2.6)$$

Обчислений χ^2 порівняємо з табличним значенням для числа ступенів свободи $K=n-1=9-1=8$ і при заданому рівні значущості $\alpha=0,005$. Оскільки χ^2 розрахунковий $50,2 >$ табличного $(21,95495)$, то $W=0,57$ – величина не випадкова, а тому отримані результати доцільні і можуть використовуватися в подальших дослідженнях.

Наприкінці процедури експертних оцінок готуємо рішення експертної комісії. На основі отриманої суми рангів (див. табл. 2.5) можна обчислити

показники вагомості розглянутих параметрів. Для цього по кожному параметру обчислимо величини, зворотні сумі рангів, та розрахуємо коефіцієнти вагомості параметрів (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Показник вагомості факторів оцінки

Фактори оцінки	Величини, зворотні сумі рангів	Коефіцієнти вагомості параметрів
x_7	0,0408	0,21
x_4	0,0256	0,13
x_6	0,025	0,13
x_5	0,0244	0,13
x_8	0,0206	0,11
x_3	0,0182	0,095
x_9	0,0139	0,0725
x_2	0,0121	0,0633
x_1	0,0108	0,0565

Поставлену перед експертами проблему щодо забруднення нафтопродуктами ділянок в межах Івано-Франківської області також можна вирішити й іншими методами системного аналізу, а саме методами «Медіан рангів» та/або «Середніх оцінок». Результати розрахунків за цими методами наведені у таблиці 8.

Отже, вирішуючи поставлену проблему методами «Медіан рангів» та «Середніх оцінок» одержуємо, такий самий результат, як і за методом бальних експертних оцінок:

$$x_7 < x_5 < x_6 < x_4 < x_8 < x_3 < x_2 < x_1. \quad (2.7)$$

На основі даних опитування експертів складена зведена матриця рангів, коефіцієнти вагомості рангів для ймовірних об'єктів забруднення території нафтопродуктами (табл. 2.1) та діаграма думок експертів (рис. 2.3) [71].

Таблиця 2.8 – Ранжування за медіаною та середньою оцінкою

Об'єкт (категорія) оцінки	Сума рангів	Коефіцієнти вагомості параметрів	Медіана	Середня оцінка	Ранг
Нафто- і газопереробні заводи	92,5	0,0565	75	66,82	9
Об'єкти нафто- і газовидобутку	82,5	0,0633	57	55,36	8
Газокомпресорні станції	55,0	0,095	40	38,64	6
Газорозподільні станції та газорозподільні пункти	39,0	0,13	35	29,73	4
Автотранспортні підприємства	41,0	0,13	27	26,73	2
Автозаправні станції	40,0	0,13	27	28,64	3
Автогазозаправні пункти та автогазозаправні станції	24,5	0,21	20	21,36	1
Об'єкти авіаційної галузі	48,5	0,11	35	32,0	5
Залізничний транспорт та об'єкти залізничної інфраструктури	72,0	0,0725	52	43,91	7

За результатами експертних оцінок була побудована схема ймовірного рівня забруднення земель нафтою і нафтопродуктами на території Івано-Франківської області (рис. 2.4) [72, 73].

Таким чином, використовуючи методи системного аналізу, розроблено експертну модель забруднення нафтопродуктами ділянок землі. З'ясовано: що в межах Івано-Франківської області найменш забрудненими є ділянки, що розташовані в межах автогазозаправних пунктів та автогазозаправних станцій, а також в межах газорозподільних станцій та газорозподільних пунктів, а найбільш забрудненими нафтопродуктами земельними ділянками експерти вважають об'єкти нафтогазовидобутку та нафтогазопереробки.

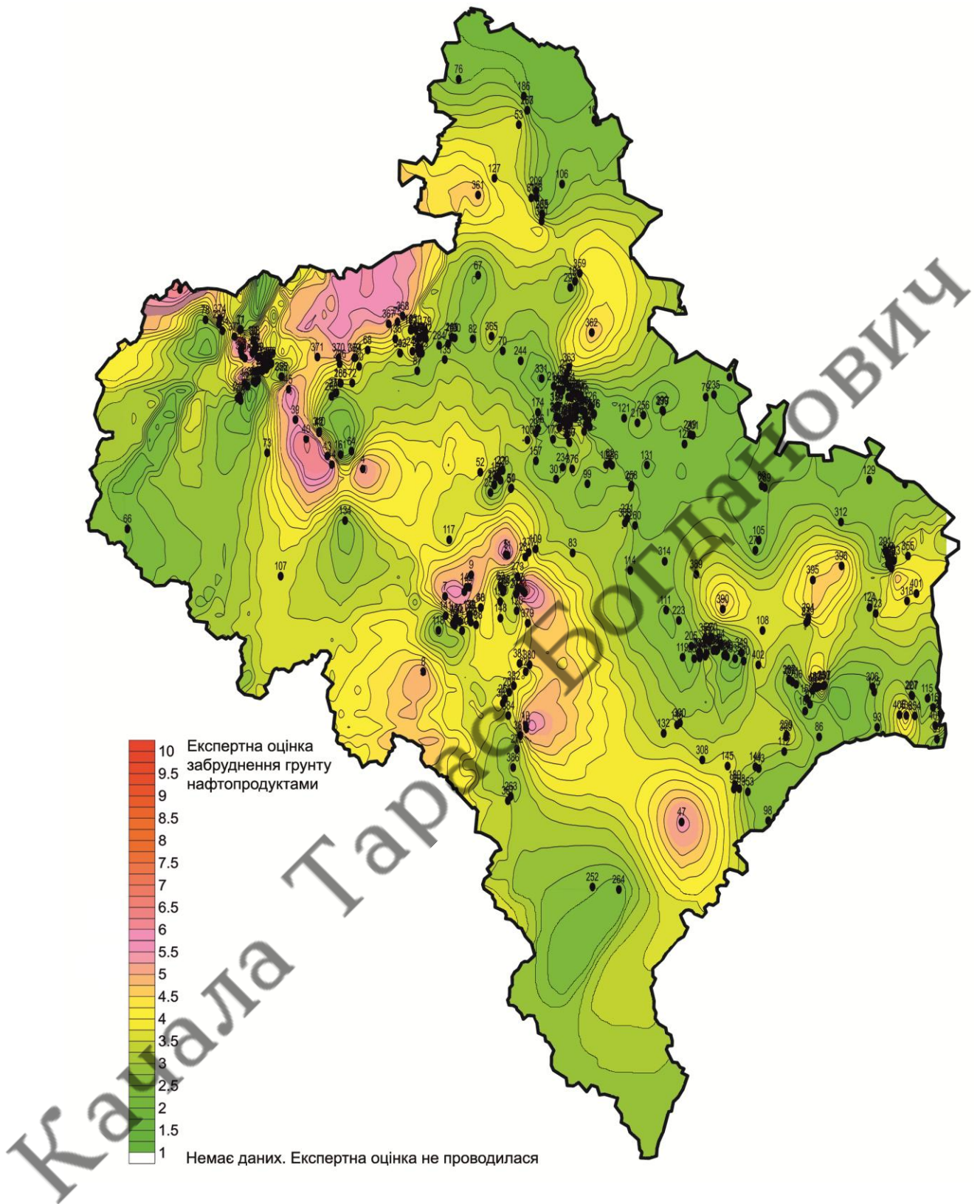


Рисунок 2.4 – Оцінка можливих рівнів забруднення земель нафтою і нафтопродуктами на території Івано-Франківської області

2.1.2 Характеристика досліджуваної території (Битків-Пасічнянського нафтогазового родовища)

Базуючись на експертній моделі, ми обрали об'єктом дослідження територію Битків-Пасічнянського нафтогазового родовища (рис.2.5).

Видобуток нафти в Надвірнянському нафтопромисловому районі розпочався зі Слободи – Рунгурської, де вже в 1771 році на базі викопних колодязів працював найстаріший в Україні нафтопромисел. Пізніше почали добувати нафту колодязним способом в селах Пасічній (60-ті роки) і Битків (70-ті роки XIX століття) [73].

Першу свердловину в с. Биткові пробурено в 1887 р., однак вона не дала позитивних результатів. Друга ж свердловина, яка була пробурена на два роки пізніше, одержала промисловий приплив нафти. З цього часу починається другий період вже промислової розробки Битківської площі, який характеризується впровадженням у буріння ударних верстатів, а в експлуатації - застосуванням глибинних насосів [73].

Спочатку розроблялись підсувні луски “Старого промислу”. До 1918 року на ній пробурено 40 свердловин. Максимальний видобуток нафти мав був у 1913 р. — 36 760 т з 26 свердловин. З цього часу видобуток нафти почав зменшуватись, і 1917 р. він становив 18 140 т. У 1918 р. свердловина “Діброва 101” на південний захід від попередніх свердловин стала давати більше 30 т нафти на добу з горизонтів, які розташовані в лусці “Діл”, на той час не була ще розвідана. З цього часу розвідувальні та експлуатаційні роботи зосереджуються на цьому об'єкті [74].

У 1921-1925 роки пробурено близько 10 свердловин на “Газовій лусці”, у яких одержано приплив газу в кількості 20-40 м³/хв., а в свердловині “Діброва-134” - 150 м³/хв. [74].

Загальний видобуток нафти до кінця 1938 р. в Биткові становив 822 871 т, а в Пасічній — 124 809 т; максимальний річний видобуток припав на 1925 р. та визначався об'ємом 45 570 т. Свердловини Битківського нафтопромислу

характеризувались незначними дебітами, але тривалими (до 30 років) строками видобутку [73; 74].

До кінця 1938 року в районі пробурено 386 свердловин, з яких в районі Биткова були 184 свердловини з середньою глибиною 1100 м, а в районі Пасічної — 202 свердловини глибиною від 200 до 1450 м. Загальна нафтоносна площа визначалась в 7 км² [75].

Протягом Другої Світової війни видобуток вуглеводнів не припинявся, але відомості про об'єми видобутку нафти в цей період немає.

У 1944 році для організації видобутку нафти і газу та їх перероблення був створений Битківський нафтопромисел № 7, що спричинило активізацію пошуково-розвідувальних робіт на території промислу.

У 1948 році закладено пошукову свердловину № 256-Битків, яка в 1951 році дала промисловий приплив нафти і відкрила нові поклади в менілітових відкладах, складки "Глибинна". З цього часу видобуток нафти почав зростати і вже в 1962-63 рр. становив 1460 т/доб. [76].

У 1958 році в еоценових відкладах цієї складки був відкритий газоконденсатний поклад, що значно розширило перспективу Битківського родовища, а в 1970 році пошуково-розвідувальним бурінням параметричною свердловиною 452-Битків, пробуреною до глибини 4519 м, в третьому поверсі складок відкрито Пасічнянське нафтове родовище. Свердловина розкрила під Битківською глибинною складкою відклади олігоцену та еоцену нової структури. Під час випробування цих відкладів на глибині 3836-4410 м одержали промисловий приплив нафти. Пластовий тиск виявленого покладу в 1.4 рази перевищував гідростатичний [75, 76].

До 1998 року на Пасічнянському родовищі пробурено 17 свердловин (станом на 01.01.1998 в експлуатації перебуває 11, з яких 5 експлуатуються фонтанним способом, а решта – газліфтним, крім цього, одна свердловина (№ 809) в стані буріння).

Битківський нафтогазовий промисел адміністративно розташований в межах селища Битків та села Пасічна Надвірнянського району Івано-Франківської області.

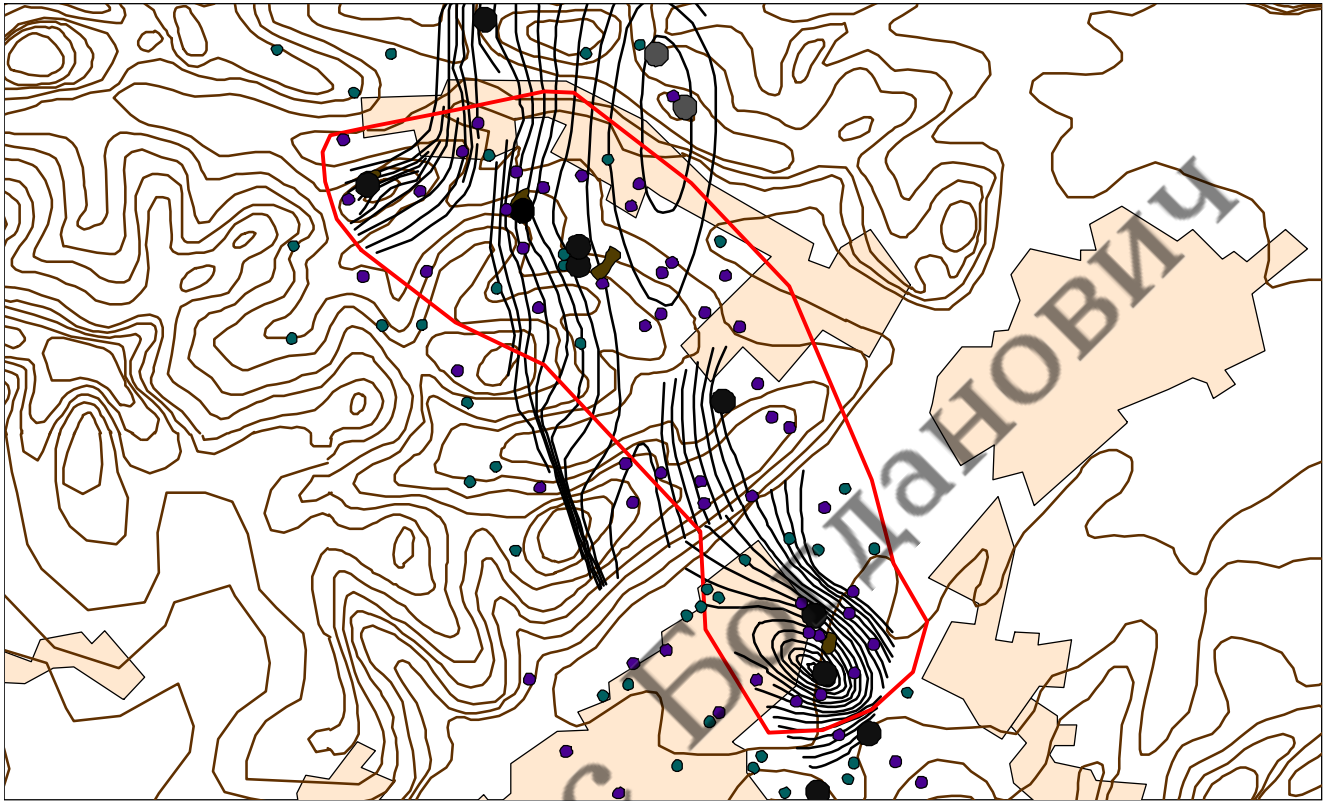


Рисунок 2.5 – Територія Битків –Пасічнянського нафтогазового родовища

У геоструктурному плані що до нафтоносності відкладів в межах району, що вивчається, є такі родовища нафти:

- Битків-Бабчинське газоконденсатне родовище;
- Битків-Бабчинське нафтогазове родовище;
- Пасічнянське нафтогазове родовище;
- Пнівське нафтове родовище;
- Старунське нафтогазове родовище;
- Гвіздецьке нафтове родовище;
- Південно-Гвіздецьке нафтогазоконденсатне родовище.

Битків-Бабчинське нафтогазове родовище ліцензовано спільним українсько-американським підприємством “УкрКарпатОйл ЛТД” (сума

одержаних інвестицій близько 2 млн. дол. США), до утворення СП і на час організаційного періоду СП розробляється НГВУ “Надвірна нафтогаз”; Битків-Бабчинське газоконденсатне родовище розробляється ДП “Прикарпаттрансгазом” ВАТ “Укргазпром” [74].

Битків-Бабчинське нафтогазоконденсатне родовище розробляється з 1860-х років, основний об’єкт розробки – складка “Глибинна” (відкрита в 1951 році, а з 1957 року в промисловій розробці) [75].

За станом на 01.08.2014 р. експлуатаційний фонд налічує 172 свердловини, з них – 11 фонтанних, 72 газліфтних і 89 глибинно-насосних (ШГН), крім того, 21 свердловина – нагнітальна (закачується вода), 44 свердловини – спостережні, 13 свердловин – дегазаційні, 72 свердловини ліквідовані після буріння і 345 – після експлуатації (в основному свердловини старого фонду пробурені до 1950 р.)

Початковий пластовий тиск в менілітовому покладі складки “Глибинна” становив 27.0 МПа, поточний 14.8 МПа [75].

З 1962 року на родовищі здійснюється підтримання пластового тиску, зокрема до 1969 р. шляхом природного перепуску газу високого тиску із еоценового газового покладу в менілітовий, з 1971 року закачування газу проводилося з допомогою компресорної станції високого тиску, з 1972 року здійснювались закачування газоводяної суміші. З 1994 року закачування газу припинено, і здійснюється тільки закачування води. На 01.01.98 р. в менілітові відклади складки Глибинна закачано 5.5 млрд.м³ газу і 9.8 млн.м³ води [74, 76].

Від кожної свердловини прокладено нафтопровід із труб діаметром 114 мм, товщиною стінок 4.5-5 мм до польових розподільчих гребінок, звідки ідуть по два нафтопроводи (робочий і замірний) на нафтосепараційні пункти. В цілому на родовищі є 6 нафтосепараційних пунктів, де відбувається відділення нафти від газу. Газ надходить по газопроводах на компресорну станцію і звідти після відбензинування до споживачів. Нафта разом з пластовою водою збирається в резервуарах і звідти насосами перека-

чується на установку підготовки і перекачування нафти в с. Пасічна, де проходить підготовка нафти і перекачування її по трубопроводу на Надвірнянський нафтопереробний завод [74; 76].

Крім того, на родовищі прокладена окрема мережа газопроводів газліфтною системи із труб діаметром 168, 159, 114, 89, 58 мм.

Підтоварна вода (суміш пластової і технічної води) через об'єкти підготовки відкачується на блочні кущові насосні станції, яких на родовищі є 2 (окремо на Битківський і Пасічнянський блоки). З блочних кущових насосних станцій по водопроводам високого тиску вода закачується в нагнітальні свердловини [74, 76].

Газоконденсатний поклад Битків-Бабчинського родовища розробляється ДП “Прикарпаттрансгаз” по окремій системі збору і транспорту газу.

Системою збору газу передбачено подавання газу від кожної свердловини до установок низькотемпературної сепарації, де газ осушується і подається через компресорну станцію до споживачів [76].

Пасічнянське родовище відкрите в 1970 році свердловиною № 452. Станом на 01.09.2015 р. в експлуатації знаходиться 11 свердловин, одна з них газова (№ 807), в бурінні – 2 свердловини (№ 809 і 908). З фонду нафтових свердловин 2 працюють фонтанним і 8 газліфтним способом, 1 свердловина контрольна, 4 ліквідовані після буріння [76]

Початковий пластовий тиск становив 55.0 Мпа, поточний на 01.01.2014 32.6 Мпа. У плані Пасічнянське родовище розташоване під Битків-Бабчинським родовищем, і тому для цих родовищ використовується одна система збору, підготовки і транспорту нафти і газу, яка була описана вище.

Підтримання пластового тиску не проводиться в зв'язку з низькими колекторськими властивостями покладу, значною неоднорідністю порід-колекторів по площі і по розрізу і складною геологічною будовою родовища.

Пнівське родовище відкрите в 1963 р., з 1970 р. введено в промислову розробку. В експлуатаційному фонді — 4 свердловини, всі обладнані

штанговими глибинно-насосними установками, 2 — контрольні і 5 — ліквідовані після буріння. Початковий пластовий тиск становив 34.9 Мпа, поточний на 01.01.2014 р. — 24.3 Мпа [74; 76].

Одна свердловина № 8 працює в системі збору нафти і газу Битків-Бабчинського родовища, одна свердловина № 3 має індивідуальний збір, звідки нафта періодично вивозиться нафтоцистернами.

Дві свердловини (№ 2 і 4) працюють в системі збору Гвіздецького родовища.

За станом на 01.01.2015 року в межах родовища пробурено 17 свердловин, з яких 4 — ліквідовані, 1 переведена на Битківську складку, 1 — контрольна і 11 перебувають в експлуатації.

Свердловина № 905, з числа проектних, у жовтні 1997 року була введена в експлуатацію [75; 76].

Всі видобувні свердловини експлуатують менілітові відклади, які залягають на глибині 3800-4200 м. Свердловини №№ 816 і 811 розробляють Старунський блок, свердловини № 1, 459, 806, 808, 905 — нафтову частину, а свердловина № 807 газову шапку Битківського блоку. Свердловини №№ 900, 452 і 903 розташовані на Пасічнянському блоці, причому свердловина № 452 розкрита і одночасно розробляє нафтову і газову частини покладу, свердловина № 900 — нафтову, а свердловина № 903 — газову частину покладу.

Майже всі свердловини вводилися в експлуатацію при пластових тисках більших від гідростатичного (46,4-53,2 МПа). Початкові дебіти нафти змінювалися від 0,4 до 106,9 т/доб, поточні 0,9-11,4 т/доб, коефіцієнти продуктивності свердловин дуже низькі (від 0,00008 до 0,0007 т/(добЧМПа)). На початковому етапі експлуатації свердловини фонтанували. Проте період фонтанування характеризувався нестабільністю, що пов'язано зі швидким темпом падіння пластових тисків (на 20%-40%) від початкового. У даний час свердловини експлуатуються при депресіях 10-25 МПа, робочі буферні тиски є в межах 2-2,5 МПа, затрубні 6,6-7,5 МПа [74; 76].

Після припинення фонтанування свердловини переводились на газліфтну експлуатацію, яка здійснюється установками періодичного газліфта з постійно відкритим викидом і періодичним подаванням газу в затрубний простір. Свердловини обладнані ліфтами із насосно-компресорних труб діаметром 73 мм, які, в основному, спущені до верхніх отворів інтервалів перфорації. Для зменшення пускових тисків і витрат газу ліфти обладнані отворами-диспергаторами. Практика експлуатації свердловин показала, що основними ускладненнями під час роботи свердловин є відкладання парафінів на стінках підйомних труб та утворення гідратних пробок у газліфтній системі. Експлуатація більшості свердловин, в основному, проходить без ускладнень, на що вказують дані щодо кількості проведених чергових ремонтів за час експлуатації свердловин. З метою ліквідації відкладів парафінів проводиться періодичне (2-3 рази на місяць) нагнітання в трубний простір гарячого конденсату ($t=60-80\text{ }^{\circ}\text{C}$) або легкої нафти. Свердловина № 1, де спостерігається відкладання парафінів обладнана установкою АДУ. На ряді свердловин застосовується плунжер, який, в основному, виконує роль депарафінізатора [74; 76].

Як бачимо, методи інтенсифікації, які проводились на свердловинах, не дали відчутного ефекту. При проведенні кислотних і глинокислотних обробок використовувався розчин соляної кислоти або кислотний розчин з добавкою до нього від 1% до 4% плавикової кислоти. До кислотного розчину добавляли інгібітор корозії і поверхнево-активні речовини. Об'єми кислотних розчинів були в межах від 12 до 30 м³, тиск нагнітання 20 МПа. Термообробки (нагнітання в затрубний простір гарячої легкої нафти, конденсату) проводились для депарафінізації підземного обладнання і викидних ліній. Очевидно, значна глибина залягання покладів і високі пластові тиски вимагають застосування нових технологій щодо інтенсифікації притоку нафти з пласта [74; 76].

Згідно з техсхемою, експлуатація свердловин, які вводяться із буріння, буде проводитись фонтанним способом з переходом на газліфт.

2.2 Вплив на досліджувану територію, шляхи проникнення нафти в ґрунтовий покрив

Нафта розповсюджується в навколишньому природному середовищі різними способами, оскільки в сучасному світі немає такої галузі господарської діяльності людини, де б вона або продукти, які її містять, не використовувалися. В області, вільної від господарської діяльності людини (заповідники, важкодоступні території), вуглеводні транспортуються з повітряними і водними потоками. Глобальне або регіональне розсіювання вуглеводнів відбувається, як правило, із суми джерел, що знаходяться іноді на значних відстанях і мало пов'язаних між собою. Актуальне практичне значення представляють собою імпульсні забруднення природного середовища нафтою і нафтопродуктами. Такі забруднення, що мають, як правило, конкретне джерело, створюють значне одноразове навантаження на ґрунт, воду, біологічні об'єкти, завдаючи часом великої шкоди народному господарству і природі [78].

Імпульсне забруднення – основний об'єкт контролю в даний час. Однією з головних проблем забруднення нафтою ґрунтового покриву сьогодні є видобуток нафти на території рекреаційних зон з великим потенціалом, а саме Передкарпаття, зокрема сіл Битків, Пасічна. Провівши розширене моніторингове дослідження вибраного району (села Битків, Пасічна територія яких співпадає з територією нафтового родовища), ми виявили, що відбувається поступова міграція вуглеводнів складного типу під дією гравітаційних сил як до водоносних горизонтів, де відбувається окислення вод, так і по ґрунтовому шельфу [78].

Причиною такого забруднення ґрунтового покриву складними сполуками вуглеводнів є неефективні і застарілі способи рекультивациі та консервації старих нерентабельних свердловин. Причину вдалося встановити за допомогою нового експериментального виду моніторингу ґрунтів, який

хоч і перебуває на стадії випробування та коригування, зміг уже продемонструвати свою ефективність і високу точність роботи. Новий спосіб моніторингу ґрунтів відрізняється своєю точністю вимірів рівня забруднення ґрунтів за рахунок використання в ньому інфрачервоного спектрофотометра.

Ще однією причиною ефективності є нова методика відбору проб, яка передбачає збільшення відстані між точками відбору проб, що в свою чергу дозволяє збільшити досліджувану ділянку і отримати детальнішу інформацію щодо забруднення нафтою ґрунтового покриву. Також не менш вагомою перевагою методики є виявлення найбільш проблемних ділянок, на яких можна проводити точкову рекультивацію, інтенсивність якої легше змінювати при переході від більш проблемної ділянки до менш проблемної. Перевагою є й економія коштів як під час відбору проб, оскільки кількість точок практично не змінюється, а площа в свою чергу збільшується, так і під час рекультиваційних робіт [79].

2.2.1 Генетична характеристика ґрунтів в межах Битківського нафтопромислового району

Рівень допустимої концентрації нафти та нафтопродуктів у ґрунтах не скрізь однаковий. Він буде відрізнятися залежно від: ґрунтово-кліматичної зони; типу ґрунту; складу нафти, що потрапили в ґрунт. У середньому нижня межа концентрацій нафти в забрудненому ґрунті змінюється від 0,1 до 1,0 г/кг. Критерієм також може слугувати концентрація, що є вищою 0,05 мг/м³ нафти і нафтопродуктів у воді, профільтрованій через забруднений ґрунт. Нафтове забруднення створює нову екологічну обстановку, що призводить до глибокої зміни всіх ланок природних біоценозів або їхньої повної трансформації. Загальна особливість всіх нафто-забруднених ґрунтів – зміна чисельності та обмеження видового різноманіття педобіонтів (ґрунтової мезофауни та мікрофауни, а також мікрофлори).

На території Битківського нафтопромислового району поширені дерново-буроземні середньо-гумусні, буроземно-підзолисті та темно-сірі опідзолені, в заплавах малих річок — алювіальні, дернові, лучні, лучно-болотні, болотні та дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти. Також на досліджуваній території представлена невелика кількість чорноземів, які поширені переважно на платформних рівнинах, але зустрічаються також островами серед інших ґрунтів в міжгірських западинах, улоговинах і на слабоеродованих схилах гірської системи. Ґрунтоутворювальною породою для буроземно-підзолистих, дерново-буроземних служать головним чином четвертинні леси і лесовидні породи, карбонатні, пористі. Зустрічаються ці ґрунти і на третинних глинах.

Дерново-буроземні ґрунти за характером ґрунтоутворення, загальним виглядом ґрунтового профілю, фізичними та хімічними властивостями близькі до типових буроземів гірської частини Карпатського регіону. Виділяються вони в окремий тип внаслідок накладання дернового процесу ґрунтоутворення на буроземний у специфічних умовах їх залягання та більшої участі в ґрунтоутворенні трав'янистої рослинності. Формування цих ґрунтів відбувалося на виположених гірських схилах, середніх і високих терасах гірських річок у нижній частині лісового поясу Карпат під дубовими та буковими лісами на глибоких товщах елювію-делювію карпатського флішу та давньоалювіальних відкладів. Ці породи мають переважно незначну щербінюватість, задовільно дреновані, а тому оглеєні відміни поширені мало.

Накладання дернового процесу ґрунтоутворення на буроземний пов'язане з двома причинами. Широколистяні ліси (особливо діброви) на виположених схилах мають рясний травостій, часті у них поляни та царинки, вкриті лише трав'янистою рослинністю, чагарникові зарості. Виположені форми рельєфу сприяли ранньому освоєнню ґрунтів під сільськогосподарські угіддя, а лучна рослинність сіножатей, випасів і сільськогосподарські культури сприяли при аеробному розкладі їх решток синтезу

темнозabarвлених гумінових кислот і формуванню виразного дернового горизонту.

У межах ґрунтового типу виділяється ряд відмін, пов'язаних із різною глибиною профілю, його оглеєнням або опідзоленням. Ці процеси погіршують властивості ґрунтів, але головні риси типу зберігаються. Тому характеристику типу подаємо на основі аналізу однієї відміни — дерново-буроземних глибоких ґрунтів, які найбільш типові.

Генетичний профіль дерново-буроземних ґрунтів нагадує профіль бурих гірсько-лісових ґрунтів. Проте в нього є ряд своїх рис. Перш за все тут виділяється бурувато-сірий гумусовий горизонт, товщина якого 20-30 см. Він грудкувато-зернистий, пухкий, має небагато дрібних кам'янистих фракцій. Вміст гумусу, особливо у ґрунтів, що розвинулись на алювіально-делювіальних відкладах, досягає 2,8-5,1%. У горизонті нижча актуальна кислотність (рН сольове 4,5-5,0) і досить високий ступінь насичення основами (58-80%).

Перехідний горизонт глибиною 60-80 см, де він часто переходить у малощербенистий елювій-делювій або давній алювій. Щільні гірські породи під перехідним горизонтом залягають здебільшого у неглибоких і середньоглибоких відмінах.

Дерново-буроземні ґрунти, середньо забезпечені рухомими формами азоту та калію, дещо гірші від фосфору. Порівняно висока кислотність і наявність рухомого алюмінію вимагають вапнування або гіпсування, внесення фізіологічно лужних форм мінеральних добрив, а також застосування органічних добрив і посівів люпину на зелене добриво. Використовують ці ґрунти як природні кормові угіддя, орні землі. На них вирощують льон, картоплю, кукурудзу, тютюн. В останні роки значні площі відведені під сади й ягідники, що має важливе економічне та ґрунтозахисне значення.

Буроземно-підзолисті ґрунти поширені на виположених формах рельєфу горбів, гряд у передгір'ї і високих терас гірської частини області. Вони

утворилися на досить глибоких товщах делювіальних і давньоалювіальних переважно нещербистих відкладів. На їх формування вплинули два основні процеси ґрунтоутворення: буроземний, що відбувався під впливом лісової рослинності, і псевдо підзолистий, або лессіваж, викликаний надмірним зволоженням і поверхневим оглеєнням, яке зумовлює відновлення окисного заліза, переведення його у двовалентний рухомий іон і збільшує рухомість гумусових речовин. Ці сполуки перерозподіляються по профілю ґрунту за підзолистим типом, але без тих глибоких хімічних перетворень, які властиві справжньому підзолистому процесові.

Профіль буроземно-підзолистих ґрунтів має значну глибину та виразно диференційований на генетичні горизонти. До глибини 15-20 см залягає гумусно-елювіальний горизонт, часто з ознаками оглеєння, сіро-бурого кольору, розпилений, пухкий, середньосуглинистий. Елювіальний горизонт простягається до глибини 55-60 см. Він світло-бурий, дрібнопористий, пухкий, пластинчастої структури, за механічним складом, як і попередній, переважно середньосуглинистий. Близько 80-100 см має ілювіальний горизонт, для якого характерні виразні ознаки акумуляції винесених з верхніх горизонтів речовин, здебільшого важкосуглинистий, навіть глинистий за механічним складом, сильно ущільнений, містить багато колоїдів, особливо їх напливів на гранях структурних агрегатів, по тріщинах і ходах корінців, в'язкий, липкий. Горизонт плямистий, мармуроподібний, характерне чергування червоних і бурих фарб зі сизими та вохристими, що зумовлено оглеєнням, часті новоутворення у вигляді орштейнів — твердих озалізнених конкрецій. Материнською породою переважно є безкарбонатний елювій корінних порід або давній алювій.

Будова ґрунтового профілю і властивості його горизонтів спричинюють незадовільний водно-повітряний режим ґрунтів. Вони швидко насичуються вологою, а надлишок опадів утворює поверхневий стік, який зумовлює змив та розмив верхніх горизонтів. Не випадково ґрунти цього типу найбільше піддаються водній ерозії. Наявність потужного та практично

водонепроникного ілювіального горизонту викликає застій вологи у верхніх горизонтах, спричиняє поверхнєве або наскрізне оглеєння ґрунту, що призводить до переважання анаеробних умов життєдіяльності мікроорганізмів, погіршує перехід поживних речовин у доступні для рослин форми.

Буроземно-підзолисті ґрунти відносять до малогумусових. У їх верхньому горизонті міститься від 1,1 до 2,9% перегною, а в елювіальному — лише 0,6-0,8%. Безкарбонатність материнських порід та вилуговування у процесі ґрунтоутворення зумовили високу кислотність ґрунтів по всьому профілю. Надмірно високою є актуальна кислотність гумусово-елювіального горизонту, сольове рН якого дорівнює в середньому 4,2. Порівняно висока гідролітична кислотність — від 3,2 до 5,2 мг-екв. на 100 г ґрунту, а обмінна кислотність, в основному, викликана рухомих алюмінієм — 3,8-18,6 мг на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ коливається в межах 4,6-9,6 мг на 100 г ґрунту, що зумовлює досить низький ступінь насиченості — 47,7% з коливаннями від 19,0% до 62,0%. У разі нестачі поживних речовин і високої кислотності ґрунту рослини засвоюють рухомий алюміній, який токсично на них впливає. Корені рослин набувають потворних форм і не можуть нормально виконувати своїх функцій деструкції поживних елементів і води. А забезпечення рухомих формами всіх поживних елементів у цих ґрунтах низьке. Зі збільшенням глибини температура ґрунту спадає, зі зниженням температури зменшується активність роботи мікроорганізмів, які беруть участь у розкладі і нейтралізації нафти у ґрунті, тому при низьких показниках температури ґрунту нафта повільніше розкладаються в ґрунті.

Розміщення вище охарактеризованих типів ґрунту, які належать до Битків-Пасічянського нафтового регіону та піддаються впливу забруднення нафтопродуктами та відходами буріння з бурових амбарів, зображено на рис. 2.6.

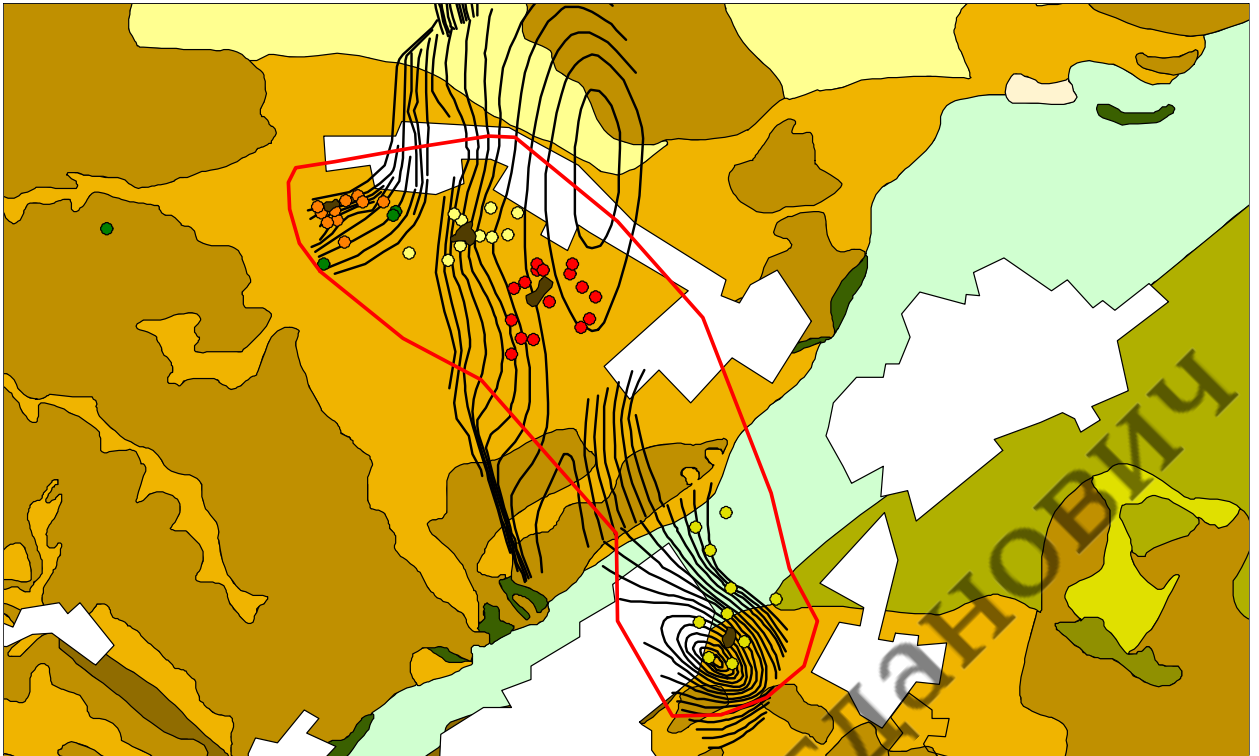


Рисунок 2.6 Карта ґрунтового покриву досліджуваної території

Умовні позначення до рисунка 2.2			
1	 Дернові на: алювіально- делювіальних відкладах	6	 елювіально-делювіальні фліші
2	 елювіально- делювіальні піски і сланці	7	 дерново-буроземні алювіально-делювіальні відклади
3	 делювіально- алювіальні суглинки	8	 бурі лісові елювіально- делювіальні фліші
4	 делювіальні відклади	9	 бурі лісові делювіально-алювіальні відклади
5	 алювіально- делювіальні відклади	10	 алювіально-делювіальні фліші

Висновки до розділу 2

1. Використовуючи методи системного аналізу, а саме: метод Дельфі, метод медіан рангів та метод середніх оцінок для розроблення експертної моделі забруднення нафтопродуктами ділянок землі, встановлено, що на думку експертів, в межах Івано-Франківської області найменш забрудненими є ділянки, що розташовані в межах автогазозаправних пунктів та автогазозаправних станцій, а також в межах газорозподільних станцій та газорозподільних пунктів. Найбільш забрудненими нафтопродуктами земельними ділянками експерти вважають об'єкти нафтогазовидобутку та нафтогазопереробки.

2. Беручи до уваги рівень небезпеки джерел забруднення, для подальших досліджень ми обрали об'єкти нафтогазовидобутку як першоджерела забруднення ґрунтового покриву. Враховуючи розміри родовища та історію видобувної діяльності, досліджуваною ділянкою ми вибрали Битків-Пасічнянське нафтогазове родовище. Досліджувана територія є унікальним місцем спостереження динамічного забруднення поверхневого шару ґрунту, оскільки містить інформацію про різні методи видобування вуглеводнів та рекультивації бурових амбарів, які проводились у динаміці часу.

3. Для отримання адекватної інформації про досліджувану ділянку ми встановили ґрунти, які притаманні даній місцевості, і створили ґрунтову карту території. Також проаналізували генетичну характеристику ґрунтового покриву та визначили, як впливатимуть нафта та нафтопродукти на ті типи ґрунту, що ймовірно знаходяться в зоні забруднення. На основі дослідження встановили, що потрапляння полютанта в педосферу призводитиме до стійкої деградації, зниження родючої потужності та повної гідрофобності за рахунок капілярного заповнення вуглеводнями міжфракційних порожнин структури ґрунту.

РОЗДІЛ 3

Моніторинг ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ

Моніторинг ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ є одним із важливих питань рівня екологічної безпеки. На даний момент існуючі методи моніторингу не дозволяють отримати повну інформацію про стан навколишнього середовища та про рівень екологічної безпеки територій, які розташовані в зоні ризику забруднення вуглеводнями та відходами буріння. Для вирішення цієї проблеми ми розробили новий метод моніторингу та схеми розміщення точок відбору проб для ґрунту та інших компонентів навколишнього середовища [80; 81].

Моніторинг ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ можна розділити на три категорії: рівнинний, гірський, плоскогірний. Кожна із категорій є важливою та вимагає особливого підходу, оскільки ґрунтовий покрив на різній території має особливі властивості, які впливатимуть на розповсюдження вуглеводнів, а отже, і на рівень забруднення ґрунтового покриву [82; 86; 94].

Розроблений метод дозволяє отримати адекватну інформацію про досліджувану територію. Важливу роль у нових схемах моніторингу відіграє спосіб розміщення точок для відбору проб ґрунтового покриву. Перевагами розроблених схем є гнучкість системи відносно особливостей території, яка розглядається, та різномасштабністю самого дослідження.

Запропоновані схеми вносять новий погляд на розвиток моніторингу ґрунтового покриву, який потрапив під важкий антропогенний вплив гірничовидобувної діяльності. Новостворені схеми дозволяють розробити нові методи рекультивациі ґрунтового покриву, який знаходиться на територіях виснажених нафтогазових родовищ та забруднюється вуглеводнями та відходами буріння [92].

3.1 Розроблені методи моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ

3.1.1 Рівнинний метод моніторингу

Рівнинний метод моніторингу проводиться у тому випадку, якщо джерело забруднення знаходиться безпосередньо на рівнині. Даний метод полягає в систематичному, або ж разовому спостереженні, з метою отримання повної інформації щодо забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами, вуглеводнями важких і легких фракцій та відходами буріння, що використовуються під час буріння свердловин. Систематичне спостереження являє собою науково обґрунтований вид спостереження, для якого поряд із систематичністю характерні плановість і точність. Цей процес полягає у зборі інформації на досліджуваній території протягом певного часу, з однаковими інтервалами. Прикладом такого способу є поквартальний та щорічний збір даних спостереження. Разове спостереження полягає в неповторюваному зборі даних, проводиться для одержання інформації щодо стану досліджуваного району [83; 84; 85].

У цьому методі одним із найголовніших елементів є місце розташування ймовірного джерела забруднення (амбару, свердловини, нафтопереробного заводу, нафтової бази).

Рівнинний метод передбачає територію з коливанням висот не більше 10-15 метрів. Його можна розділити на 2 підтипи: класичний та екстрений. Класичний підтип передбачає повільний вплив ймовірного джерела забруднення на компонент навколишнього середовища. Він передбачає забір проб на однаковій відстані від джерела у чотирьох напрямках з кроком у 50-100 метрів. Відбір проб проводиться не більше двох разів на рік.

Екстрений підтип передбачає аварійні ситуації на ймовірному джерелі забруднення та викиди великої кількості забрудника в навколишнє середовище. Проби відбираються у восьми напрямках на однакових відстанях з кроком у 20 метрів. Відбір проб проводиться від щодобового до

однотижневого періоду з метою встановлення територій, які потрапляють у зону ризику, та інформації стосовно типу та швидкості поширення речовини забрудника [83; 84; 85].

3.1.2 Плоскогірний метод моніторингу

Плоскогірний метод моніторингу полягає в дослідженні ймовірного джерела забруднення ґрунтового покриву, що розташований на плоскогір'ї. Джерелом забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами, вуглеводнями важких та легких фракцій можуть бути амбари, свердловини, накопичувальні контейнери, установки підтримання тиску. Відбір проб проводиться у чотирьох напрямках, кожен з яких відповідає сторонам світу. Проби відбираються з кроком у 50 метрів для визначення загальної ситуації щодо рівня забруднення ґрунтового покриву. Після ознайомлення з ситуацією відбирається наступна група проб у 4 напрямках (ПнЗх, ПнСх, ПдЗх, ПдСх), проте відбір проб відбувається не лінійно. Спочатку відбирається одна проба (тобто між східним променем і південним посередині точку, що матиме напрямок на південний схід [91]).

Наступними будуть пара точок, що знаходитимуться в тому ж самому напрямку, проте не лежатимуть на одному промені, а будуть рівно віддалені як одна від одної, так і від початкової точки у наведеному на прикладі напрямку. Такий метод відбору проб для визначення рівня забруднення надасть інформацію, як про рівень забруднення, так і про напрям міграції забруднило. Також при циклічному замірі таким способом можна дізнатись швидкість міграції речовини забрудника, спрогнозувати рівень і напрямок поширення цього забруднення, облаштувати рекультиваційні об'єкти, що вповільнять або ж унеможливляватимуть подальше розповсюдження речовини (наприклад нафти) [91].

3.1.3 Моніторинг гірської поверхні

Під моніторингом гірської поверхні розуміється розміщення ймовірного джерела забруднення в гірській місцевості. Проби ґрунту відбираються по схилу по шести променях, які рівномірно виходять з центру ймовірного джерела забруднення. Відстань між точками відбору проб — 25-30м, 50м, 100м, 200м залежно від деталізації дослідження. Здебільшого об'єкти такого типу, що є джерелами забруднення в гірській місцевості, розташовані на висоті, яка не є максимальною для поверхні, тобто розташовані безпосередньо нижче від вершини гори чи гірської місцевості. У випадку такого розташування джерела забруднення необхідно створювати контрольні точки відбору проб, які розміщуються вище за ймовірне джерело забруднення.

Контрольною лінією називається така група точок відбору проб ґрунту, що розташовуються вище по висоті над рівнем моря відносно ймовірного джерела забруднення, наприклад бурового амбару, а отже, дані проби ґрунту можуть слугувати як еталонні і використовуватися з метою порівняння. Такі дії проводяться з метою унаочнення рівня збільшення концентрації вуглеводнів важких та легких фракцій відносно початку впливу ймовірного джерела забруднення. Також необхідно відібрати для контрольної лінії контрольну точку на вершині гори, на якій розміщено джерело забруднення [91].

3.2 Схеми відбору проб ґрунтового покриття нафтогазових родовищ

Ми розробили три схеми розміщення точок для відбору проб ґрунту (СЗвЗн4, СЗвЗн8, СЗвЗн16), кожна з яких передбачає гнучкість відносно особливостей досліджуваної території.

СЗвЗн4 (санітарно – захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами) – схема розміщення точок відбору проб як складова

частина методу моніторингу за ґрунтовим покривом, що має ризик забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати у 4 напрямках або променях, які орієнтовані за напрямками світу. Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриву. Проби ґрунту необхідно відбирати з кроком у 25 метрів, проте даний крок, залежно від детальності дослідження, передбачає редагування відстані між точками відбору від 25 до 100 метрів. Кожну точку можна відбирати як радіально, тобто відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення, по колу, по чергово на кожному промені), так і по чергово-променево (відбір здійснюється від джерела забруднення, по чергово на кожному напрямку, перехід відбувається при завершенні повного відбору проб вздовж усього напрямку та профілю). Розроблена схема передбачає застосування додаткових напрямків при їх необхідності. Незважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий), кожную пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів, радіально, відносно променя відбору проб. Приклад схеми відбору проб наведено на рис. 3.1 [91].

СЗвЗн8 (санітарно – захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами) – схема розміщення точок відбору проб як складова частина методу моніторингу за ґрунтовим покривом, що має ризик забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати у 8 напрямках або променях. 4 напрямки є основними та відповідають напрямкам світу (захід, схід, північ, південь), і ще є 4 додаткових, які розміщуються між основними таким чином, щоб відстань між усіма напрямками зберігалась однаковою відстань.

Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриву. Проби ґрунту необхідно відбирати з наступним кроком: на основних напрямках – 25 метрів; на додаткових напрямках – 20 метрів для перших проб від джерела та по 30 метрів для всіх наступних.

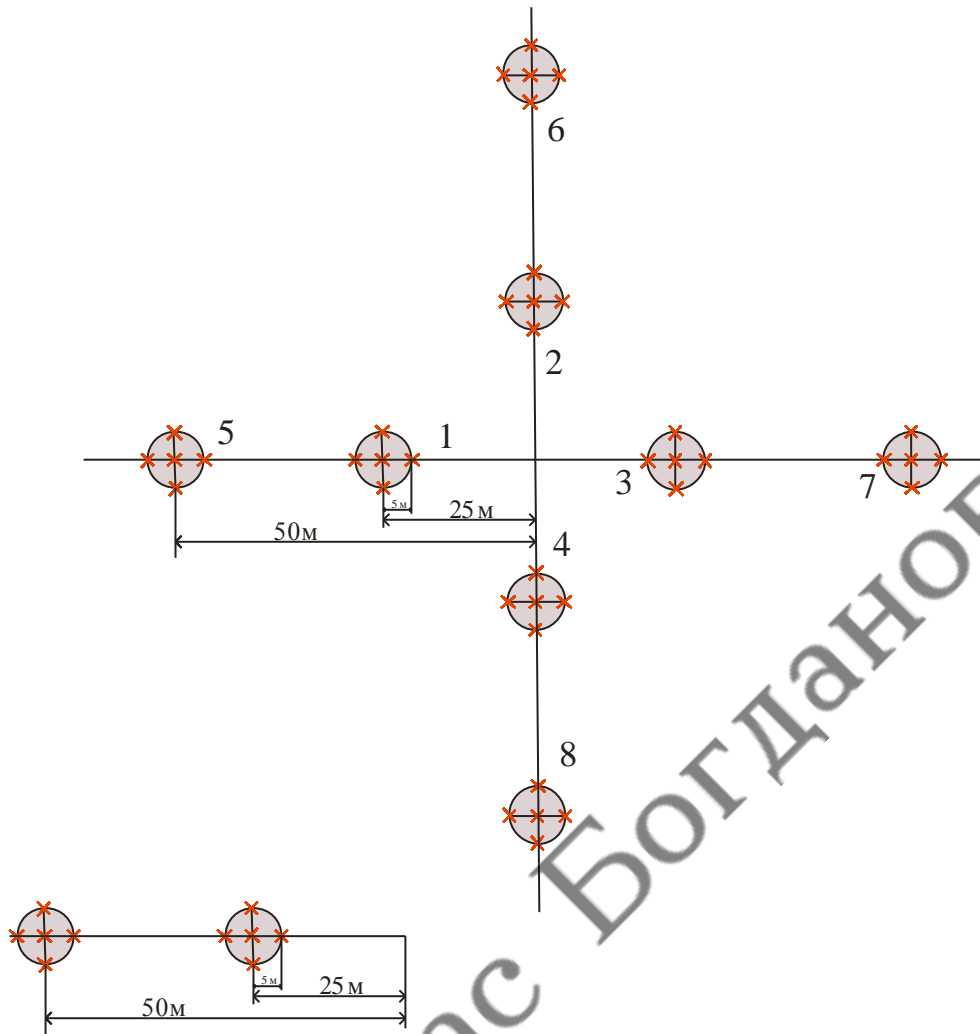


Рисунок 3.1 Схема розташування точок відбору проб ґрунту для визначення концентрації нафтопродуктів за 4 напрямками.

Кожну точку відбору проб можна встановлювати як радіально відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення, по колу), так і почергово, тобто на кожному промені (відбір здійснюється від джерела забруднення по променю, в необхідній кількості, після завершення відбувається перехід до повного відбору на наступному промені). Незважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий), кожну пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів радіально відносно променя відбору проб. Приклад схеми відбору проб наведений на рис. 3.2 [91].

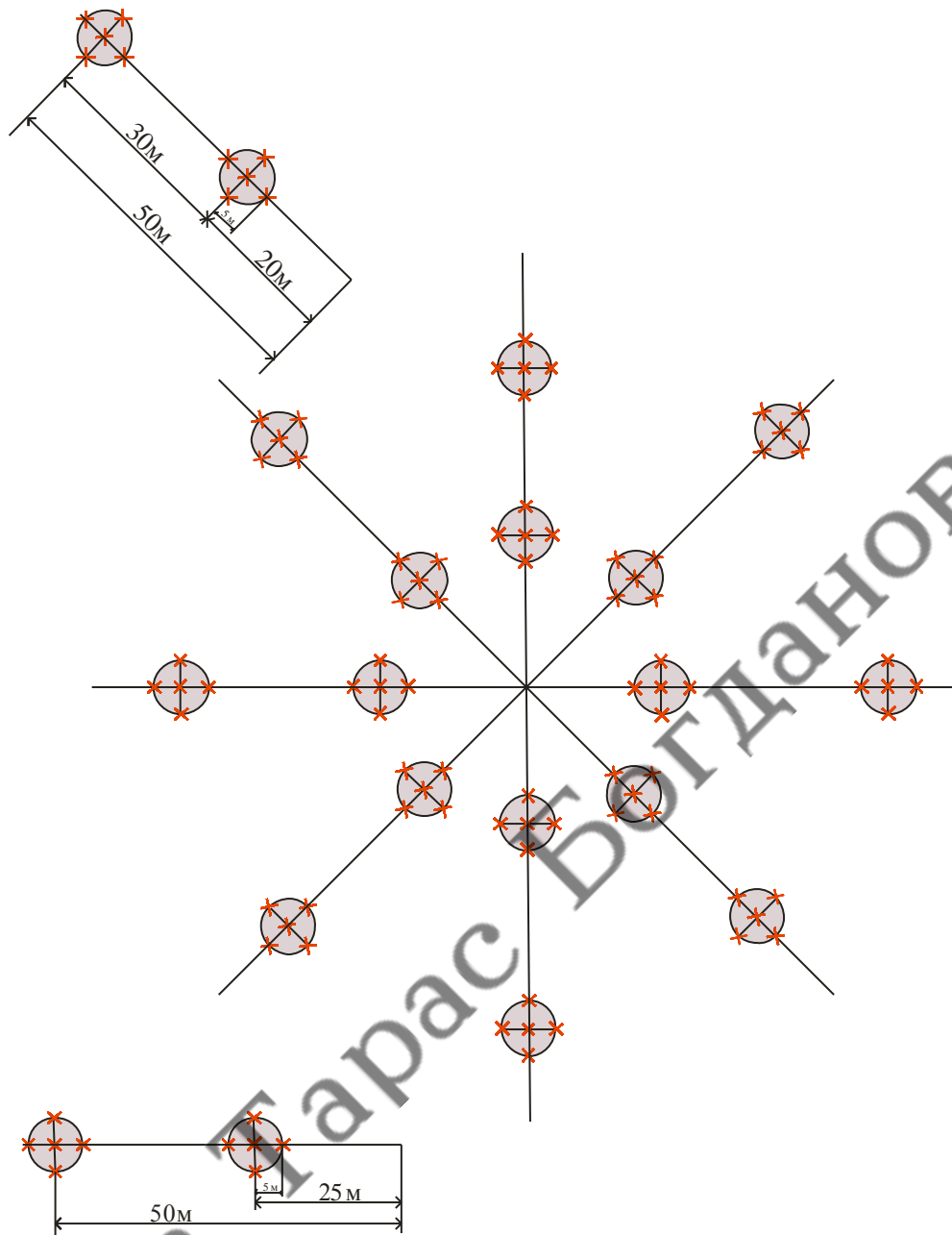


Рисунок 3.2 Схема розташування точок відбору проб ґрунту для визначення концентрації нафтопродуктів за 8 напрямками.

СЗвЗн16 (санітарно – захисне визначення рівня забруднення нафтопродуктами) – схема розміщення точок відбору проб як складова частина методу моніторингу за ґрунтовим покривом, що має ризик забруднення нафтою та нафтопродуктами. Використовуючи запропоновану схему, проби ґрунту необхідно відбирати у 16 напрямках або променях. 8 напрямків є основними та відповідають напрямкам світу (північ, північний схід, схід, південний схід, південь, південний захід, захід, північний захід), та

ще вісім додаткових, які розміщуються між основними таким чином, щоб відстань між усіма напрямками зберігалась однаковою. Всі напрямки беруть свій початок з єдиного центру, яким слугуватиме ймовірне джерело забруднення ґрунтового покриву. Проби ґрунту необхідно відбирати з наступним кроком: на основних напрямках – 25 метрів, на додаткових напрямках – 30 метрів. Кожну точку відбору проб можна встановлювати як радіально відносно джерела забруднення (на однаковій відстані від джерела забруднення, по колу), так і почергово, на кожному промені (відбір здійснюється від джерела забруднення по променю, в необхідній кількості та після завершення відбору в даному напрямку відбувається перехід до повного відбору на наступному). Незважаючи на тип напрямку (основний чи додатковий), кожну пробу ґрунту можна відбирати з відхиленням до 5 метрів радіально, відносно променя відбору проб. Приклад схеми відбору проб наведено на рис. 3.3 [90; 91].

Для контролю за рівнем забруднення ґрунтового покриву ми запропонували відбір проб на різній глибині. На основі виявленої концентрації нафтопродуктів можна робити висновки щодо рівня забруднення території. Визначення концентрації забруднення на різних глибинах дозволить не тільки визначати рівень забруднення, але й отримувати інформацію про стан усього профілю ґрунту. Це також дозволить створювати прогнози розвитку процесів подальшої деградації території та визначати ділянки, які знаходяться в зоні ризику. Запропоновані схеми моніторингу дадуть змогу ефективніше використовувати методи очищення ґрунтового покриву та сприятимуть розвитку нових методів рекультивації ґрунтів, зважаючи на динаміку поширення забрудника (нафти, нафтопродуктів чи відходів буріння) у профілі ґрунту. Розроблені схеми мають практичне значення не тільки для дослідження ґрунтового покриву на виявлення вмісту нафтопродуктів, а й для виявлення інших забрудників, які потрапляють у ґрунт як з гідросфери, так і з атмосфери.

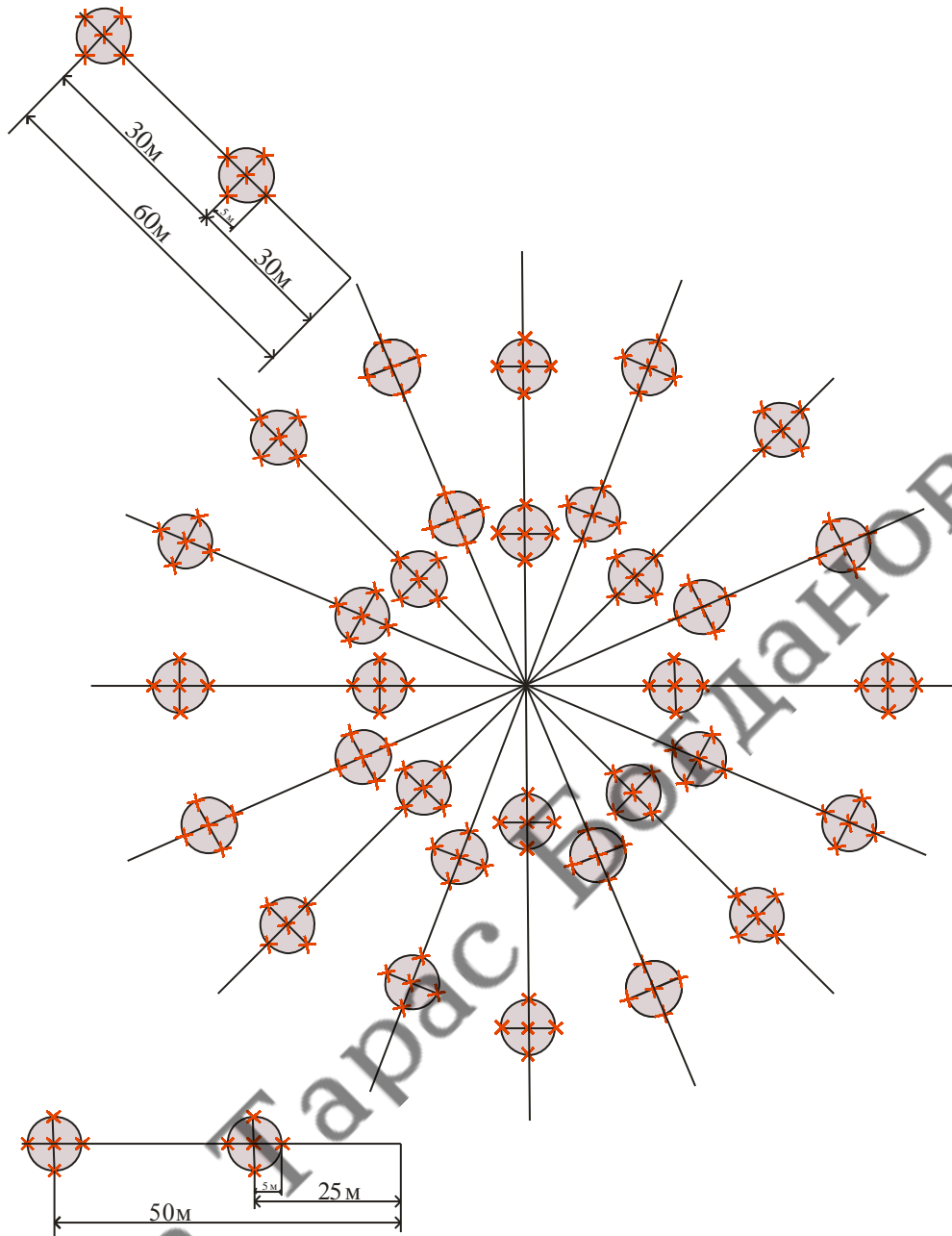


Рисунок 3.3 Схема розташування точок відбору проб ґрунту для визначення концентрації нафтопродуктів за 16 напрямками.

Для таких випадків ми розробили додаткові схеми, які використовуються за певних умов, зокрема враховуючи особливості рози вітрів, необхідність детального дослідження певної частини обраної території, особливості території та речовини з унікальним видом поширення.

На рисунку 3.4 представлена модель схеми розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження, яка ґрунтується на схемі СЗвЗн4 (рисунок 3.2.1) та пристосована для дослідження певної

частини території, що вимагає більш детального вивчення на одному напрямку.

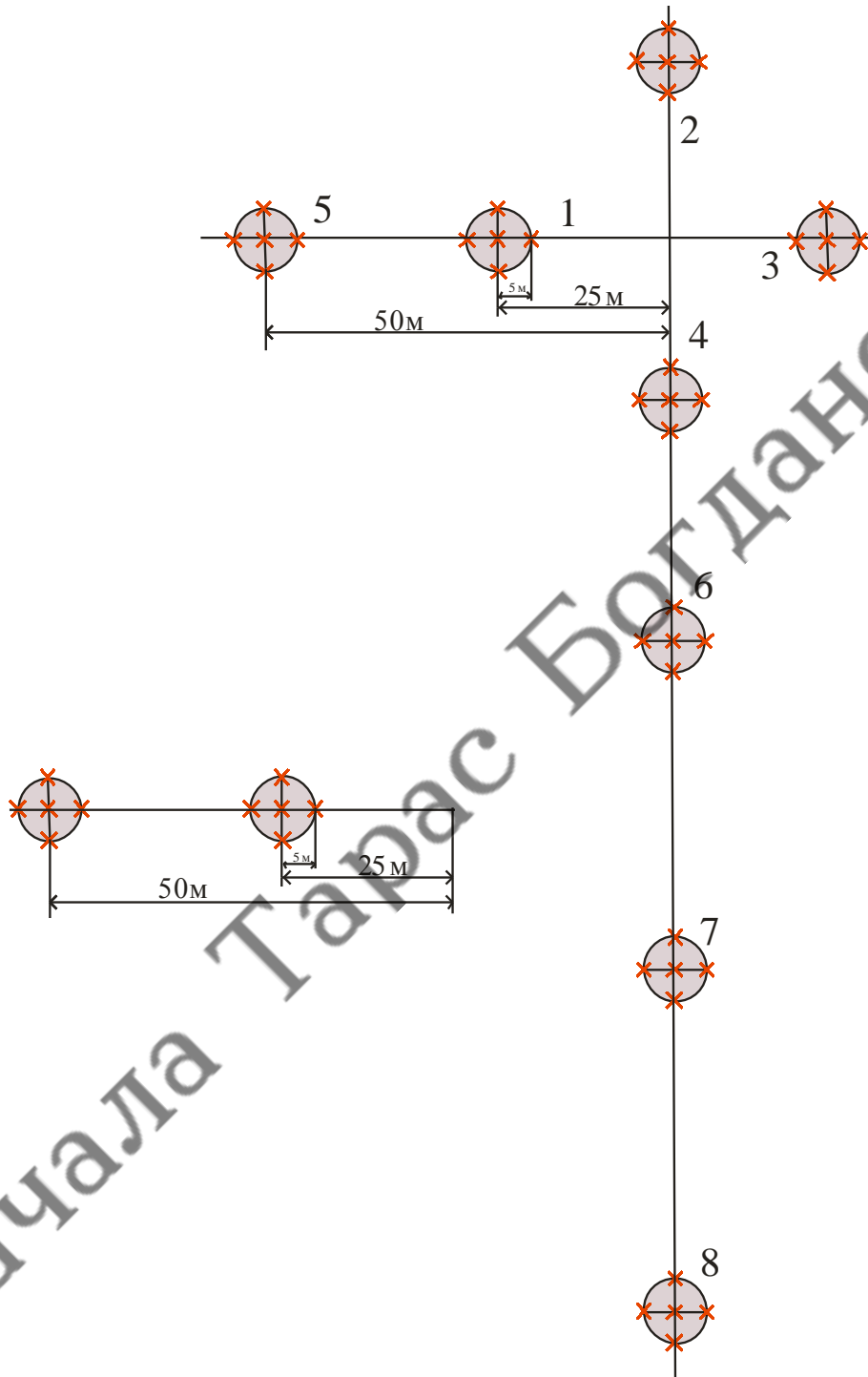


Рисунок 3.4 Модель розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження.

На рисунку 3.5 представлена модель схеми розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження, яка оснований на схемі СЗвЗн4 (рис. 3.2.1). Вона зображає модифікацію для розміщення точок відбору проб у двох напрямках.

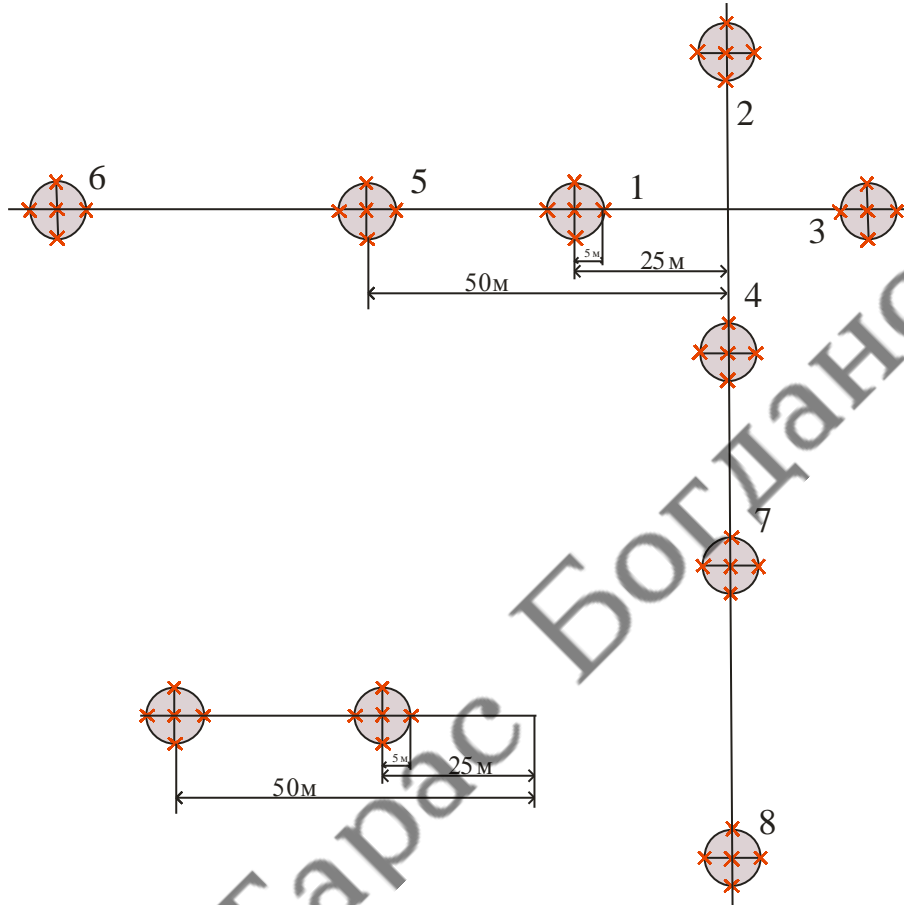


Рисунок 3.5 Модель розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження.

На рисунку 3.6 представлена модель схеми розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження, яка оснований на схемі СЗвЗн8 (рис. 3.2.2). Тут зображено розміщення додаткових точок для детальнішого дослідження території в необхідному секторі.

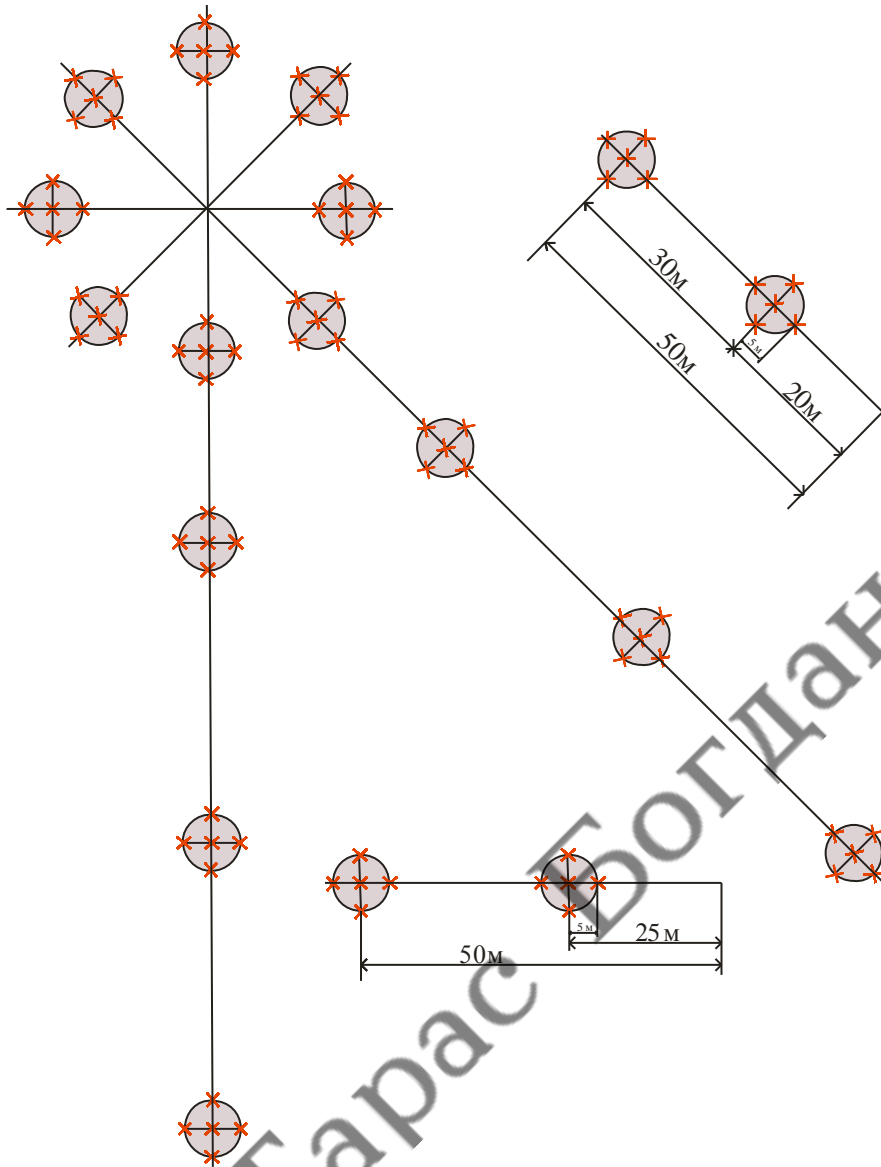


Рисунок 3.6 Модель розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження.

На рисунку 3.7 представлена модель схеми розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження, яка основана на схемі СЗВЗн16 (рис. 3.2.3), проте зображені додаткові точки для відбору проб показують можливість схеми пристосовуватись до необхідних досліднику особливостей або ж коригуватись відносно природних особливостей. В запропонованій моделі необхідно дотримуватись існуючої кількості точок відбору проб для адекватності отримання даних по досліджуваній території.

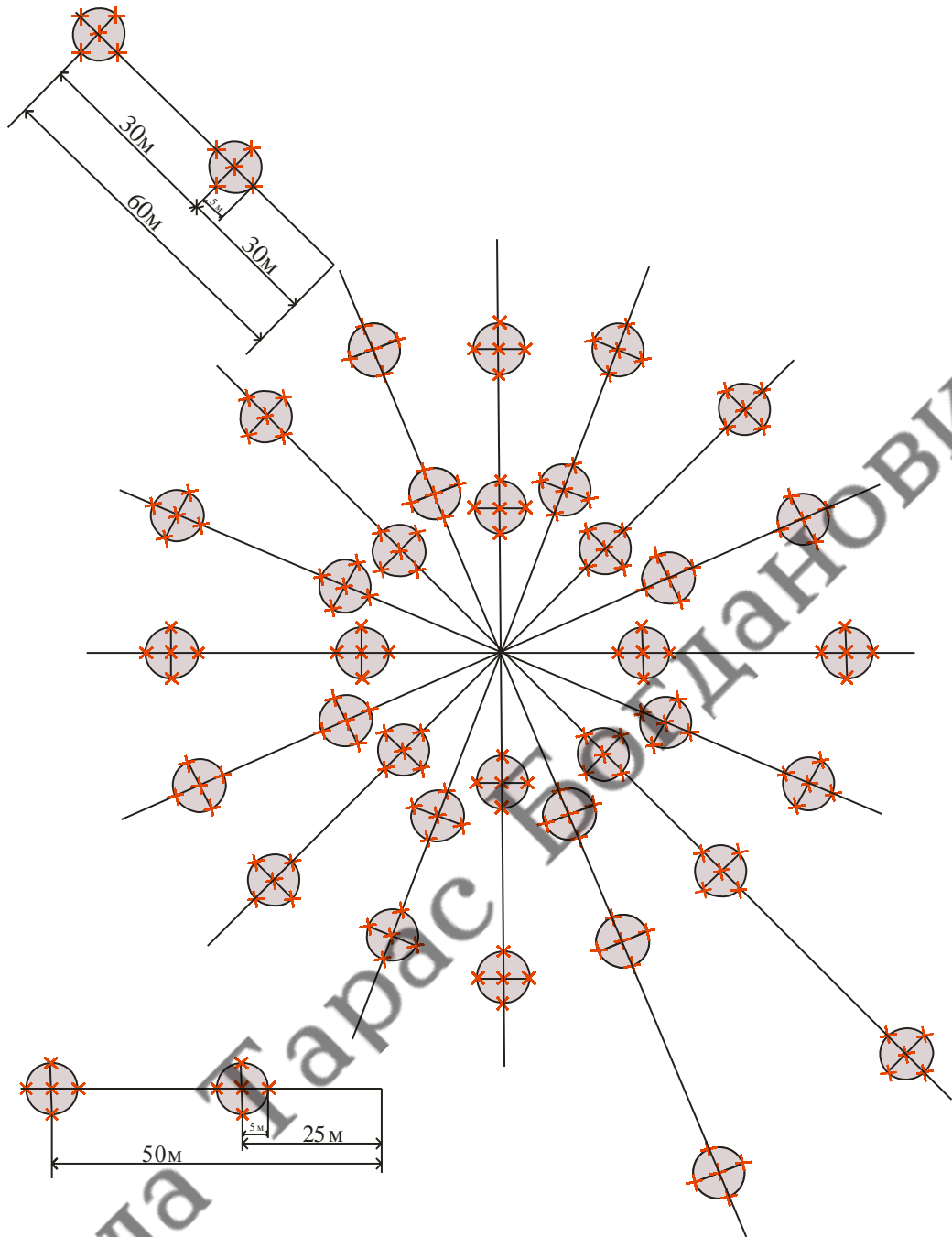


Рисунок 3.7 Модель розміщення точок відбору проб ґрунту з урахуванням особливостей дослідження.

На рисунках 3.4-3.7 наведені варіанти розміщення точок відбору проб ґрунту на досліджуваній території при необхідності модифікації основних моделей. Кожна із запропонованих схем є динамічною та передбачає будь яку модифікацію, яка необхідна досліднику при збереженні умови отримання максимально повної інформації по досліджуваній території. Наведені схеми можуть функціонувати тільки при збереженні мінімальної кількості та

відстані між точками відбору проб, в іншому випадку є ризик одержання даних, які не будуть адекватними відносно проведеного дослідження.

Дані схеми розроблялись для практичного застосування в дослідженнях й інших компонентів навколишнього середовища зокрема атмосферного повітря. Як відомо, велика частина забруднювальних речовин поширюється при переміщенні повітряних мас, тому їх виявлення завжди супроводжується використанням рози вітрів. Цей факт був врахований нами. Це дозволяє модифікувати схеми відносно роз вітрів, а також полегшує одержання інформації як по концентрації досліджуваної речовини, так і по її напрямку поширення, що зрештую, допомагає підвищити рівень екологічної безпеки.

Розроблені схеми (рис. 3.1-3.7) знайшли своє застосування у проведенні дисертаційних дослідження для виявлення концентрації нафтопродуктів у ґрунтовому покриві на досліджуваній території. Враховуючи динамічність та модифікаційні можливості, ми розробили унікальну схему для відбору проб, яка враховує як особливості території, так і розміщення джерела забруднення, що і дозволило нам отримати максимально повну інформацію як по концентрації нафтопродуктів, так і по напрямках їх міграції у профілі ґрунту.

Використання розроблених схем дозволило практично перевірити їх ефективність у застосуванні та дійти висновку, що вони працюють та допомагають отримати максимум інформації у дослідженні [90; 89; 91].

3.3 Методика проведення дослідження

Враховуючи думку експертів, ми прийняли рішення проводити подальші дослідження в межах Битківського нафтового промислу, де зосереджені об'єкти ймовірного нафтового забруднення ґрунтів від різноманітних видів господарської діяльності. На думку експертів, найбільша ймовірність забруднення земель у зонах впливу об'єктів нафтовидобутку, а

також у разі аварій на нафтопереробних заводах, насосних станціях та нафтопроводах.

Для підтвердження впливу ймовірними джерелами забруднення, а також для встановлення концентрацій нафтопродуктів у профілі ґрунту на території Битків-Пасічнянського нафтогазового родовища відібрано 200 проб у 50 точках, які за їх розміщенням по території поділені на чотири групи (рис. 3.3.1). Відбір проб ґрунту проводився на основі розроблених схем (рис. 3.2.1-3.2.7) [89].

До першої групи відносяться проби ґрунтів (проби № 5-20) – що відібрані з бурового амбару, який був рекультивований більше 20 років тому (с. Битків).

До другої групи відносяться проби ґрунтів (проби № 21-30) - що відібрані з бурового амбару, який був рекультивований більше 10 років тому (с. Битків).

До третьої групи відносяться (проби № 31-40) - що відібрані з бурового амбару, який був рекультивований більше 5 років тому (с. Битків).

До четвертої групи відносяться (проби № 41-50), відібрані в селі Пасічна із зони активного видобування нафти, а також її транспортування та зберігання.

Забруднення ґрунтового покриву змінювалось внаслідок міграції важких та легких фракцій вуглеводнів. Територія, на якій відібрані проби ґрунту, розташована на вершині пагорба [84; 86; 88].

Проби ґрунту, відібрані в точках 1 - 4, є *контрольними*.

Досліджувані території, на яких відбирались проби ґрунту, характеризуються незначним рослинним покривом, великими «випаленими» ділянками, що утворились через міграцію легких фракцій вуглеводнів з джерела забруднення. Такі фракції розповсюджуються, по профілю ґрунту, у верхніх його шарах глибиною до 20 сантиметрів та спалахують під дією зовнішніх факторів антропогенного та природнього походження.

На досліджуваних територіях ґрунт, забруднений вуглеводнями, відрізняється маслянистістю, що унеможлиблює його подальше використання для сільськогосподарських цілей. Основною причиною цього стали вуглеводні, виявлені в процесі дослідження, які активно впливали на пористість ґрунту, тобто створювали ефект гідрозатвору, заповнюючи собою пори або ж створюючи мембрани, які в свою чергу відштовхували воду. Внаслідок цього метеогенна вода, яка потрапляла в поверхневий родючий шар ґрунту, не мала можливості проникати в нього, а стікала по поверхні профілю. Розміщення точок, процес відбору проб ґрунтів та вигляд досліджуваної території зображено на (рис. 3.8-3.11) [89].



Рисунок 3.8 – Рекультивований буровий амбар

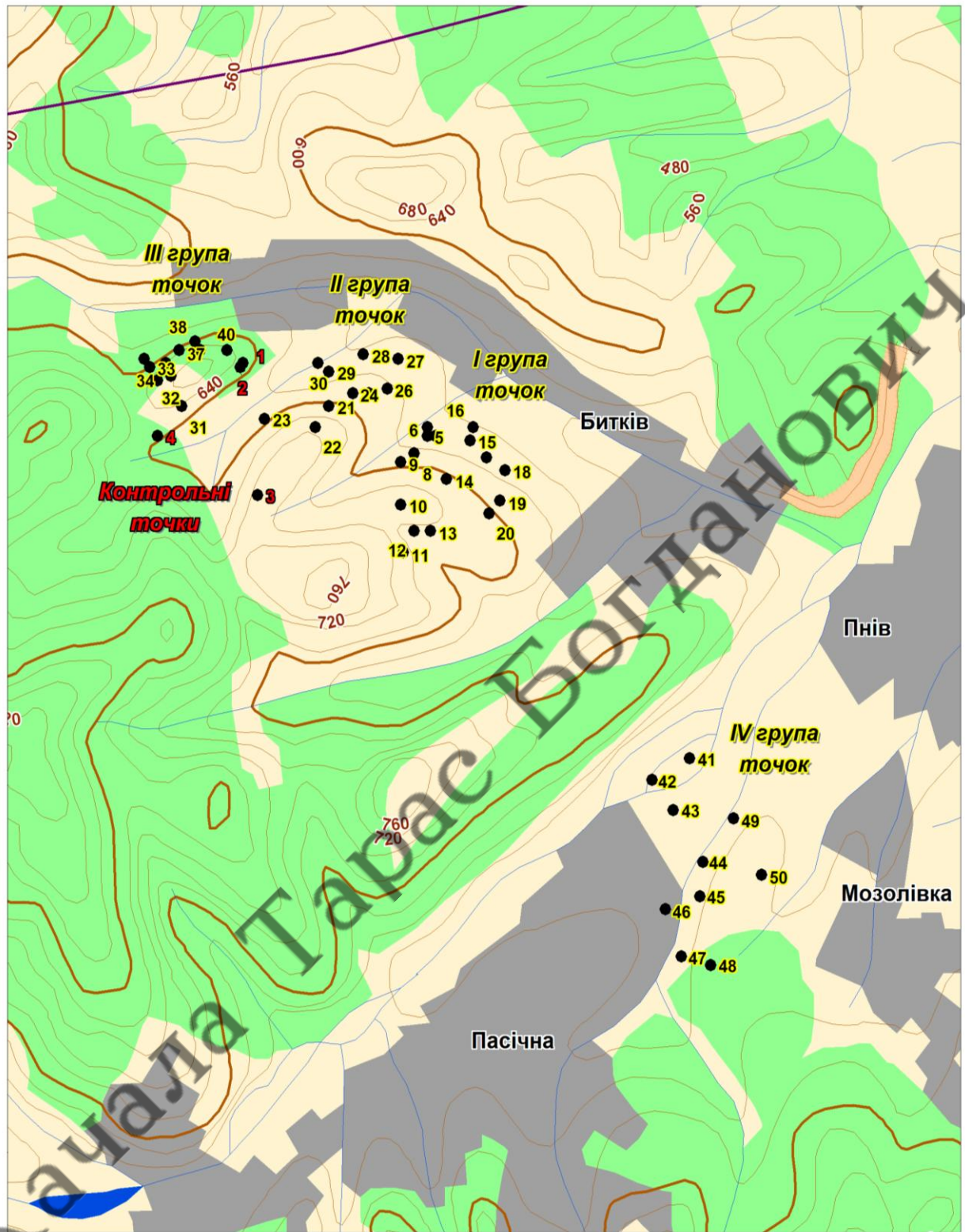


Рисунок 3.9 – Розміщення точок відбору проб ґрунтів на вміст нафти і нафтопродуктів та їх номер у базі даних



Рисунок 3.10 – Забруднена нафтою земельна ділянка (досліджувана територія с. Битків)



Рисунок 3.11 – Процес відбору проб ґрунту

3.4 Опис профілів точок відбору проб та їх географічна прив'язка

З метою вивчення динаміки міграції нафтопродуктів у ґрунтах територія дослідження була поділена на чотири ділянки, на яких буріння проходило з кінця 90-х років минулого століття до сьогоднішнього часу. Кожній ділянці відповідає певна група точок [83; 84].

Група № 1 (проби № 5-20) — дані точки поєднані їхнім відношенням до бурових амбарів, які були рекультивовані у 90-х роках минулого століття. Точки відбору проб розміщені радіальним способом, з метою оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву, яке, в основному, здійснювалося через міграцію важких та легких фракцій вуглеводнів. Дані точки розташовані у другій чверті села Битків — відносно головного в'їзду з м. Надвірна у південно-західному напрямку. Територія, до якої відноситься перша група точок, знаходиться на вершині пагорба, що навпроти сільської ради. До бурового амбару, який є центром дослідження, можна дібратись від сільради через пішохідний міст, рухаючись у вищезазначеному напрямку польовою дорогою.

Група № 2 (проби 21-30) — дані точки поєднані їхнім відношенням до бурового амбару, який був рекультивований на початку цього століття. Точки відбору проб розміщені перехресним способом, з метою оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву, яке в основному, здійснювалось через міграцію нафти та нафтопродуктів. Дані точки розташовані у третій чверті села Битків — відносно головного в'їзду з м. Надвірна у західному напрямку. Територія, до якої відноситься друга група точок, розташована на вершині пагорба, навпроти церкви. До бурового амбару можна дібратись від церкви через асфальтну дорогу, рухаючись на вершину ґрунтовою дорогою у вище вказаному напрямку. Амбар розташований на середині схилу.

Група № 3 (проби 31-40) — дані точки поєднані їхнім відношенням до бурового амбару, який був рекультивований більше 5 років тому. Точки відбору проб розміщені радіальним способом, від вершини до подошви

пагорба, з метою оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву, яке в основному, здійснювалось через міграцію важких та легких фракцій вуглеводнів. Дані точки розташовані в останній чверті села Битків — відносно головного в'їзду з м. Надвірна у західному напрямку. Територія, до якої відноситься третя група точок, розташовані на північ від газорозподільної станції, що в кінці села. Центральна точка, відносно якої відштовхувались, знаходиться на вершині пагорба у північному напрямку відносно газорозподільної станції.

Група № 4 (проби 41-50) — дані точки розміщені в селі Пасічна, де ведеться активне видобування нафти на досліджуваній території, а також її транспортування та зберігання (в межах цієї території). Спосіб розміщення точок перехресного характеру пов'язаний із природнім рельєфом. Ця територія відзначається невеликим перепадом висот, порівняно з трьома попередніми групами точок. Місце, де зосереджені точки, розташоване на початку села Пасічна, що з боку м. Надвірна. Точки розміщені в південному напрямку відносно головної дороги.

Точки 1-4 є контрольними, вони розміщені в с. Битків у зоні яка розділяє 2 і 3 групу точок. Спосіб їх розстановки є лінійним. Точки відбору проб відіграють роль контролера концентрації вуглеводневого забруднення, оскільки контрольна зона розміщена між двома найбільш імовірними джерелами впливу на ґрунтовий покрив [85; 86; 87].

3.5 Відбір проб ґрунту

Для відбору проб ґрунту, спочатку треба визначити ділянку дослідження. Наступний крок — встановлення джерела забруднення ним став буровий амбар. Далі відбувається сам процес відбору проб, який проводиться в точковій формі, у 4-8 напрямках від джерела забруднення відповідно до певної розробленої схеми. Напрямки відбору повинні збігатися із напрямками сторін світу. Це дозволить врахувати максимальний вплив

природніх умов на територію відбору проб. Для того щоб відібрати точкову пробу ґрунту, необхідно зняти її поверхневий шар (рослинний покрив, залишки коріння, листки тощо) у вибраній точці [83; 84; 85].

Користуючись ручним буром ми обертальними рухами заповнили пробовідбірник повністю. Це дозволило отримати таку кількість ґрунту, яка необхідна для аналізу. Враховуючи розміри пробовідбірника, ми змогли рухатись у глибину на однакову відстань.

Оскільки завдання дисертаційного дослідження передбачало встановлення нафтового забруднення ґрунту на різних глибинах, то й проби також були відібрані на різних глибинах. Переходимо безпосередньо до відбору зразка ґрунту (ґрунтової проби) за допомогою ручного буру на глибині 20 см від поверхні. Після заглиблення на потрібну глибину виймаємо бур, з пробовідбірника за допомогою залізного щуба висипаємо пробу у поліетиленовий пакет з герметичним замком. Такі операції проводимо з кроком у 20 см до досягнення необхідної глибини. Кожну відібрану пробу, що міститься в герметичному поліетиленовому пакеті, підписуємо. Номенклатура проб проводиться наступним способом: проба від 0-20 см отримує назву номера точки, у якій відібралась проба, наприклад, точка відбору проб «5», отже на пакеті буде позначка 5; проба від 20-40 см отримує назву, відповідну до номера точки, проте робиться поправка на глибинний крок відібраної проби десятковим способом, наприклад 5,1. Це означатиме точку відбору проби 5, що відібрана на глибині 20-40 см, тобто перша досліджувана глибина в даній точці. Наступні проби робимо аналогічно, разом зі збільшенням глибини робимо поправку.

У кінцевому результаті ми отримуємо пробу ґрунту з певної точки, на визначених глибинах, що дозволяє максимально оцінити рівень забруднення і спосіб міграції нафтопродуктів [82].

Висновки до розділу 3

1. Розроблені методи моніторингу піднімають на новий якісний рівень методи дослідження ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами. Вони враховують всі особливості досліджуваної території, що вагомо впливає на кінцевий результат. Створені на основі запропонованого методу моніторингу схеми відбору проб ґрунту дозволяють отримати повну адекватну інформацію як про стан досліджуваної території, так і про територію, які знаходяться у зоні ризику. Перевагою розробленого нами методу є гнучкість пристосування методики до різноманітних особливостей досліджуваної ділянки.

2. У процесі дисертаційного дослідження на обраній ділянці за нашою методикою одержано повну інформацію про стан ґрунтового покриву та виявити ділянки, які потрапляють у зону ризику. Враховуючи особливості території, ми змогли одержати інформацію і про глибинний рух забрудника у профілі ґрунту. Також розроблений метод дозволяє прослідкувати динаміку політанта та виявити закономірності його поширення.

3. Розроблений нами метод моніторингу дозволяє використовувати його не тільки у форматі виявлення нафтопродуктного забрудника у ґрунтах, а пристосовується до різного типу як компонентів навколишнього середовища, так і елементу, який впливатиме на нього.

РОЗДІЛ 4

Дослідження міграційних процесів нафтопродуктів у ґрунтовому профілі шляхом встановлення залежностей

Лабораторні дослідження вмісту вуглеводнів у відібраних пробах ґрунту Битківського нафтогазового промислу проводилось в 3 етапи. Важливо зазначити, що загальна кількість проб ґрунту становить 200 одиниць, таку кількість встановлено експертами як достатню для досліджуваної території, щоб отримати адекватні результати досліджень. Звертаємо увагу, що у всіх 50-ти точках було відібрано по 4 проби ґрунту на глибинах 0-20;20-40;40-60; 60-80 сантиметрах, середня вага однієї проби становить 320 грам.

Перший етап дослідження проводився на базі незалежної експертизи СЕС (санітарно епідеміологічна служба) міста Івано-Франківська. Для визначення концентрації вуглеводнів використали гравіметричний метод. Результати проведених досліджень представлені у базі даних (табл. 4.1).

Другий етап дослідження проводився на базі ІФНТУНГ на кафедрі екології. У ньому використовувався метод визначення концентрації нафтопродуктів за допомогою спектрометра Фур'є, результати представлені у базі даних (табл.4.1).

Третій етап дослідження проводився також на базі ІФНТУНГ на кафедрі екології. У ньому використали гравіметричний метод визначення концентрації вуглеводнів. Головною метою цього етапу було встановлення найадекватнішого результату на основі обробки проб на вміст нафти та нафтопродуктів шляхом порівняння отриманих концентрацій на всіх етапах. На основі цього етапу встановлено, що найадекватніші результати ми отримали при використанні спектрометра Фур'є. Це можна пояснити низьким рівнем похибки під час встановлення рівня концентрації нафти та нафтопродуктів у кожній досліджуваній пробі ґрунту [95; 96].

Таблиця 4.1 — База даних концентрації нафтопродуктів у ґрунтовому покриві на досліджуваній території Битків-Пасічнянське нафтогазове родовище (за допомогою спектрометра Фур'є та гравіметричного методу)

№	N	E	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г	Ф	Г	висота	відстань від амбара
			20см	20см	40см	40см	60см	60см	80см	80см		
Контрольні точки												
1	48,62833	24,44861	74,31	69,11	54	50,22	41	38,1	74	68,8	546	
2	48,62806	24,44833	74	68,82	53	49,29	43,48	40	65	60,5	545	
3	48,62611	24,41083	21,88	20,35	13,21	12,29	15	14	42,1	39,2	695	
4	48,62361	24,43972	51	47,43	21,39	19,53	35,12	32,6	61,34	56,7	583	
Група точок 1												
5	48,62361	24,46778	32,57	29,76	42,5	39,53	21	19,5	51,4	47,8	581	72
6	48,62417	24,46778	89,13	82,77	45,62	41,85	79	73,5	93,52	86,5	582	76
7	48,62361	24,46861	47,08	43,78	42,34	39,06	35,78	32,6	68,46	63,2	585	62
8	48,6225	24,46639	53,09	49,37	45,54	41,85	39,16	36,3	71	66	601	30
9	48,62194	24,465	64,41	59,9	59,15	54,87	51,13	47,4	65,97	60,5	613	19
10	48,61917	24,465	31	28,83	41,6	38,13	39,8	37	52,92	48,4	661	13
11	48,61611	24,46528	52,85	48,36	48	44,64	48	44,6	62,85	57,7	651	15
12	48,6175	24,46639	154	143,22	179	166,47	170	158,1	196,31	182,3	661	12
13	48,6175	24,46806	201,25	186,93	218	202,74	200	186	254,9	237,1	593	21
14	48,62083	24,46972	314,01	292,02	258,95	239,94	281	261,3	328	305	593	27
15	48,62333	24,47222	103	95,79	176,34	163,68	151,2	140,4	188,64	174,8	552	39
16	48,62417	24,4725	69	64,17	139,47	129,27	142	132,1	150,62	139,5	530	58
17	48,62222	24,47389	82,48	76,26	184	171,12	57,8	53,8	60,25	55,8	547	42
18	48,62139	24,47583	34,68	31,62	98	91,14	126	117,2	111,39	103,2	546	44
19	48,61944	24,47528	54	50,22	68	63,24	66,78	61,4	59	54,9	578	53
20	48,61861	24,47417	24,56	22,32	30,01	27,9	36,09	33,5	42,22	39,1	574	59
Група точок 2												
21	48,62556	24,4575	87	80,91	43,3	40,27	92	85,6	99,25	92,3	573	16
22	48,62417	24,45611	328	305,04	250,1	232,5	258,56	239,9	258,69	240,6	591	12
23	48,62472	24,45083	720	669,6	154	143,22	149	138,6	150,47	139,9	551	14
24	48,62639	24,46	128	119,04	231	214,83	230	213,9	225,31	209,5	502	33
25	48,62639	24,46167	100,09	93	43,3	40,27	10	9,3	230	213,9	509	34
26	48,62667	24,46361	50,67	46,5	30,07	27,9	86,6	80,5	86,7	80,6	523	45
27	48,62861	24,46472	306	284,58	124,37	115,32	80	74,4	159	147,9	483	49
28	48,62889	24,46111	303,3	282,07	16,6	15,44	28,2	18,6	42	39,1	568	61
29	48,62778	24,4575	210,3	195,58	34,71	32,28	104,89	97,5	210	195,3	577	63
30	48,62833	24,45639	73	67,89	42,34	39,06	59	54,9	62	57,7	567	51
Група точок 3												
31	48,62556	24,44222	158,7	147,59	99,7	92,72	72,68	67,6	72,99	67,9	534	93
32	48,6275	24,44111	301	279,93	354	329,22	349,55	324,6	349,32	324,9	563	78
33	48,62806	24,43889	296,47	275,28	325	302,25	357	332	398	370,1	626	10
34	48,62861	24,43833	203	188,79	172,28	159,96	198,37	184,1	258	239,9	568	13
35	48,62833	24,44056	587	545,91	614,01	571,03	600,27	558,3	652	606,4	563	15
36	48,62722	24,43972	197,8	183,95	154,22	143,22	150	139,5	148	137,6	553	32
37	48,62917	24,44194	131	121,83	182,33	169,26	154,52	143,2	150,1	139,5	593	71
38	48,62972	24,44361	204	189,72	114	106,02	121,35	112,9	118,31	109,7	582	84
39	48,62917	24,44417	186,8	172,98	123	114,39	120,19	111,6	128,71	119	587	91
40	48,62917	24,44694	207,8	193,25	187,19	173,91	200,4	186,4	190,36	176,7	507	101
Група точок 4												
41	48,60278	24,495	214	199,02	200,7	186,65	268	249,2	180	167,4	472	107
42	48,60139	24,49111	311	289,23	289,41	269,15	295	274,4	290,03	269,7	472	88
43	48,59944	24,49333	227	211,11	201	186,93	200	186	210	195,3	478	71
44	48,59611	24,49639	162	150,66	182	169,26	172	160	172	160	484	81
45	48,59389	24,49611	89	82,77	111,01	103,24	108	100,4	100,17	93,2	491	59
46	48,59306	24,4925	180	167,4	154	143,22	160	148,8	192	178,6	493	46
47	48,59	24,49417	214,05	199,07	200,24	186,22	210,1	195,4	190	176,7	502	32
48	48,58944	24,49722	257	239,01	240,87	224,01	245	227,9	233	216,7	501	25
49	48,59203	24,49772	163	151,59	171,57	159,56	154	143,2	170,13	158,2	587	79
50	48,59528	24,5025	98,12	91,25	120,42	111,99	148	137,6	130	120,9	570	60

Таблиця 4.2 – Точки відбору проб та їхня відстань від джерела забруднення

№	N	E	висота	відстань	№	N	E	висота	відстань
		Амбар 1			28	48,62889	24,46111	568	61
5	48,62361	24,46778	581	72	29	48,62778	24,4575	577	63
6	48,62417	24,46778	582	76	30	48,62833	24,45639	567	51
7	48,62361	24,46861	585	62			Амбар 3		
8	48,6225	24,46639	601	30	31	48,62556	24,44222	534	93
9	48,62194	24,465	613	19	32	48,6275	24,44111	563	78
10	48,61917	24,465	661	13	33	48,62806	24,43889	626	10
11	48,61611	24,46528	651	15	34	48,62861	24,43833	568	13
12	48,6175	24,46639	661	12	35	48,62833	24,44056	563	15
13	48,6175	24,46806	593	21	36	48,62722	24,43972	553	32
14	48,62083	24,46972	593	27	37	48,62917	24,44194	593	71
15	48,62333	24,47222	552	39	38	48,62972	24,44361	582	84
16	48,62417	24,4725	530	58	39	48,62917	24,44417	587	91
17	48,62222	24,47389	547	42	40	48,62917	24,44694	507	101
18	48,62139	24,47583	546	44			Амбар 4		
19	48,61944	24,47528	578	53	41	48,60278	24,495	472	107
20	48,61861	24,47417	574	59	42	48,60139	24,49111	472	88
		Амбар 2			43	48,59944	24,49333	478	71
21	48,62556	24,4575	573	16	44	48,59611	24,49639	484	81
22	48,62417	24,45611	591	12	45	48,59389	24,49611	491	59
23	48,62472	24,45083	551	14	46	48,59306	24,4925	493	46
24	48,62639	24,46	502	33	47	48,59	24,49417	502	32
25	48,62639	24,46167	509	34	48	48,58944	24,49722	501	25
26	48,62667	24,46361	523	45	49	48,62917	24,44417	587	79
27	48,62861	24,46472	483	49	50	48,59528	24,5025	570	60

№ — номер проби, N,E – координати розміщення точки відбору проб ґрунту, Ф (20,40,60,80 см) – вміст нафтопродуктів у пробах на зазначених глибинах визначених за допомогою спектрометра Фур'є, Г (20,40,60,80 см) — вміст нафтопродуктів у пробах на зазначених глибинах, визначених за допомогою гравіметричного методу [97].

4.1 Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом

Метод вимірювання масової частки нафтопродуктів у ґрунтах базується на екстракції органічних речовин із наважки ґрунту. Під час використання гравіметричного методу екстракція проводиться за допомогою хлороформу, подальшого видалення хлороформу, розчинення залишку у

гексані, відділення полярних сполук на колонці з оксидом алюмінію, видалення гексану та гравіметричного вимірювання маси залишку. Розрахунковим методом встановлюють масову частку нафтопродуктів у вихідній пробі ґрунту.

Обробка результатів вимірювання масового вмісту нафтопродуктів у пробі ґрунту мг / кг за допомогою формули (4.1)

$$X = \frac{m_H - m_X * 1000}{m_P} \quad (4.1)$$

m_H – маса нафтопродукту, мг; m_P – маса ваги аналізуючої проби, г; m_X – маса холостої проби, мг; 1000 – коефіцієнт перерахунку на кг. Повна методика для визначення нафтопродуктів у ґрунтах за допомогою гравіметричного методу представлена у [105].

Під час використання спектрометра Фур'є екстракція проводиться за допомогою особливо чистого чотирьохлористого вуглецю, подальшого перемішування та фільтрації, отримання результатів за допомогою ліцензійної програми FSpec 4.0.0.2, яка синхронізована зі спектрометром, який і зчитує дані з екстракту [106].

4.2 Результати лабораторних досліджень

На основі лабораторних досліджень, після встановлення концентрації нафтопродуктів у відібраних пробах ґрунту нами була створена база даних (табл. 4.1), у якій зазначено номер відібраної проби, глибину, на якій вона була відібрана, концентрація та координати, за якими можна знайти дану точку на карті. Також в базах зазначені групи, до яких віднесено точки відбору проб. Кожна група відповідає певному амбару, що піддавалися рекультивациі в різний період часу [101; 102; 103].

Проаналізувавши створену базу даних, а також методики дослідження, на основі яких вони були створені, ми дійшли висновків, що встановлення рівня концентрації нафтопродуктів у досліджуваних пробах ґрунту за методом, що передбачає використання спектрометра Фур'є, дає набагато

точніші результати і переважає над гравіметричним методом. Дані висновки можна пояснити, зважаючи на рівень похибки, наприклад: гравіметричний метод при встановленні концентрації має похибку, яка не перевищує $1,0 \text{ мг/кг}$ (в кожній обробленій пробі), а метод встановлення концентрації нафтопродуктів за допомогою спектрометра Фур'є матиме похибку, яка не перевищуватиме $0,1 \text{ мг/кг}$ (у кожній обробленій пробі), отже, очевидно, що для адекватності наших досліджень в подальшому ми використовуватимемо базу даних, яка створена на основі досліджень, проведених за методикою, яка передбачає використання спектрометра Фур'є [99; 100].

Користуючись базою даних (табл. 4.1) — ми створили графіки, які демонструють зміни концентрації нафтопродуктів у ґрунтовому покриві на досліджуваній території як на різних глибинах, так і залежно від відстані до джерела забруднення (бурового амбару).

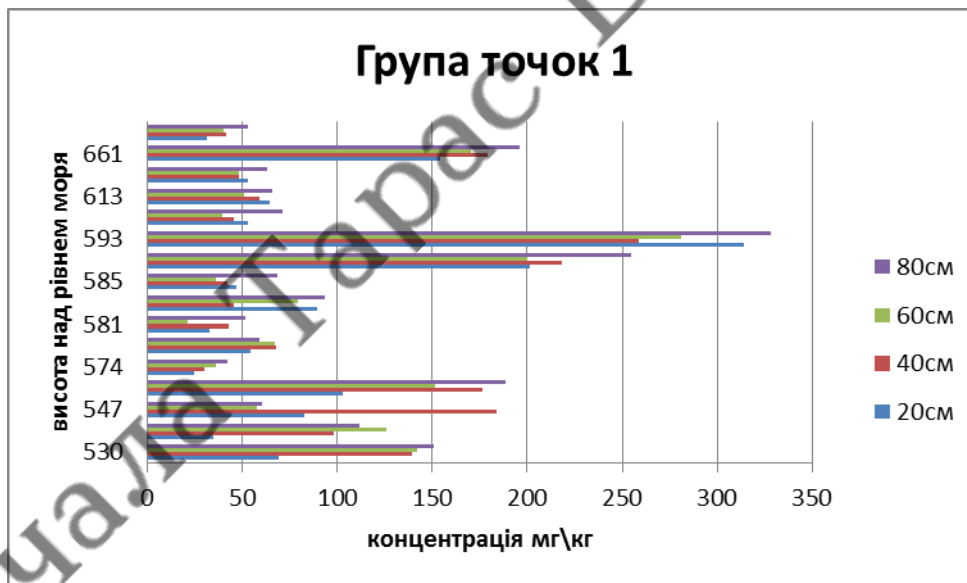


Рисунок 4.1 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з висотою (перший буровий амбар)

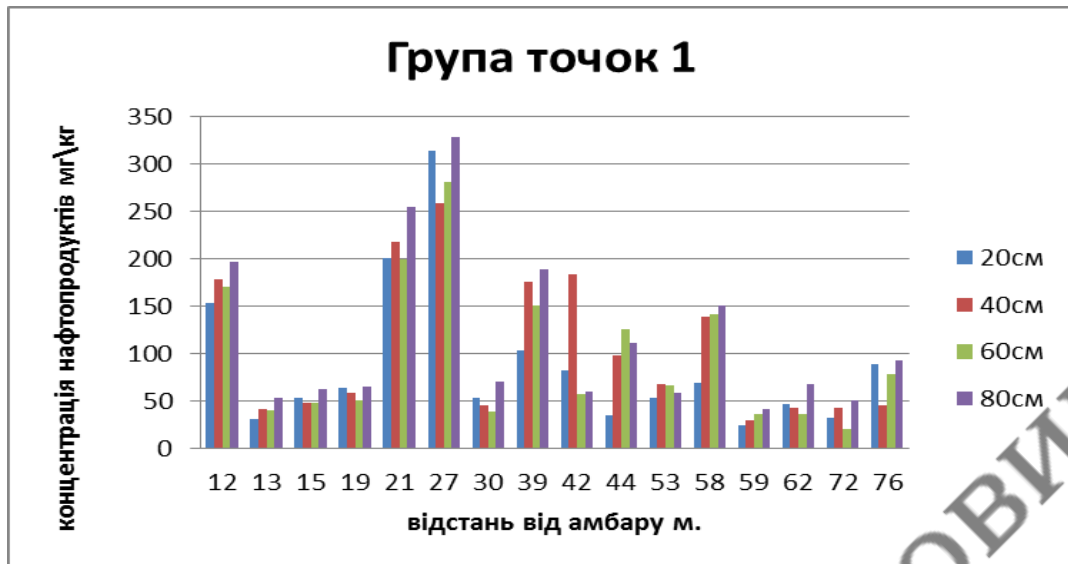


Рисунок 4.2 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з відстанню від джерела (перший буровий амбар)

Аналізуючи рис. 4.1-2, на яких зображено поширення нафтопродуктів з бурового амбару як у профілі ґрунту, так і по площині, ми можемо стверджувати, що найвища концентрація зосереджена на глибині 80 см. Також ми можемо стверджувати, що найвища концентрація спостерігається на відстані від джерела 20-60 м у всій досліджуваній потужності. Проте розповсюдження нафтопродуктів є не систематизоване та не демонструє певної залежності. Враховуючи вік джерела амбару та час, протягом якого він здійснював вплив на ґрунтовий покрив, можемо стверджувати, що легкі фракції вуглеводнів, які, в основному, зосереджені у верхніх шарах ґрунту, поступово випаровувались, що і стало причиною невеликої концентрації у верхніх шарах. Зважаючи на те, що рівень концентрації нафтопродуктів є вищим від дозволеної межі, можна стверджувати, що рекультивация бурового амбару була проведена не якісно та не ефективно. Такі об'єкти є джерелом постійного забруднення ґрунтового покриву.

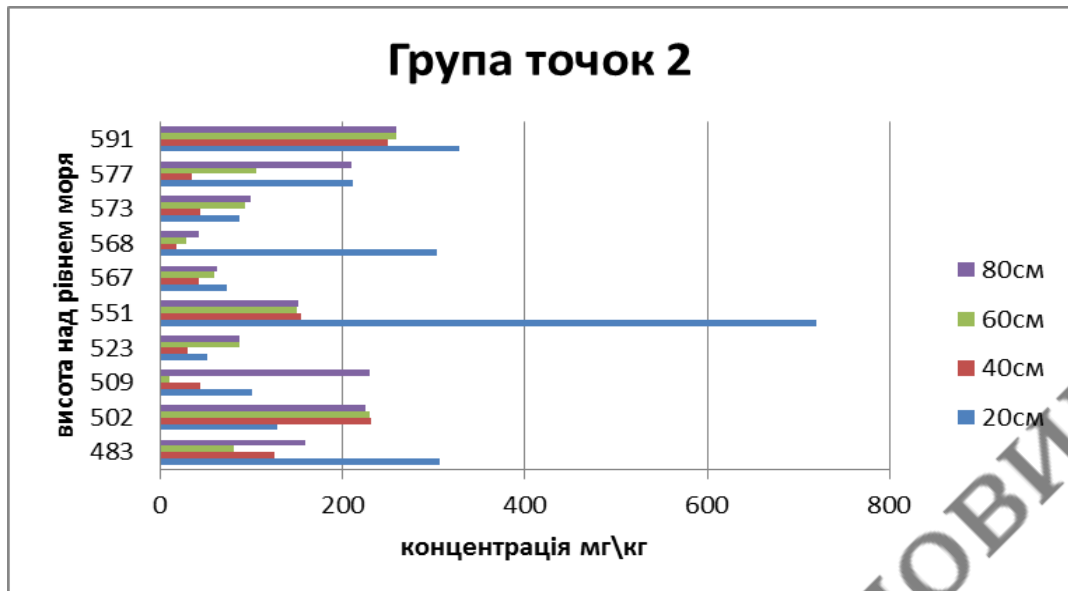


Рисунок 4.3 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з висотою (другий буровий амбар)

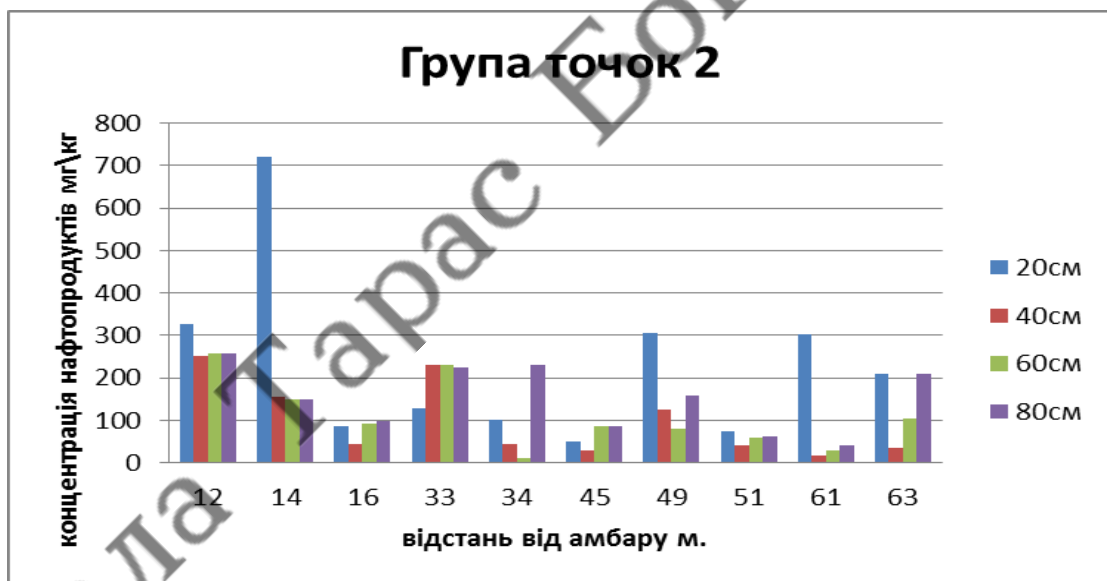


Рисунок 4.4 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з відстанню від джерела (другий буровий амбар)

Аналізуючи рис .4.3-4, ми можемо побачити принцип поширення нафтопродуктів у ґрунті з бурового амбару який був рекультивований у кінці 1990-х на початку 2000-х рр. Одразу можна стверджувати, що підвищений рівень забрудника спостерігається у верхніх шарах ґрунту, зокрема до глибини 20 см. В основному, відстань, на яку мігрували нафтопродукти від джерела, це 35 м. Порівнюючи результати групи точок 1 та 2, можна

помітити деяку схожість у підвищеному рівні концентрації на висоті від 575-598 м. Підвищений рівень концентрації нафтопродуктів у поверхневому шарі свідчить про велику концентрацію легких фракцій вуглеводнів та не повний поділ, який відбувається у потужності ґрунту. Схожість типів амбарів та території, на якій вони містяться дозволяє нам стверджувати, що в майбутньому територія, де відбирали 2 групу точок, продемонструє такі ж результати, як і територія, де відібрано групу точок 1.

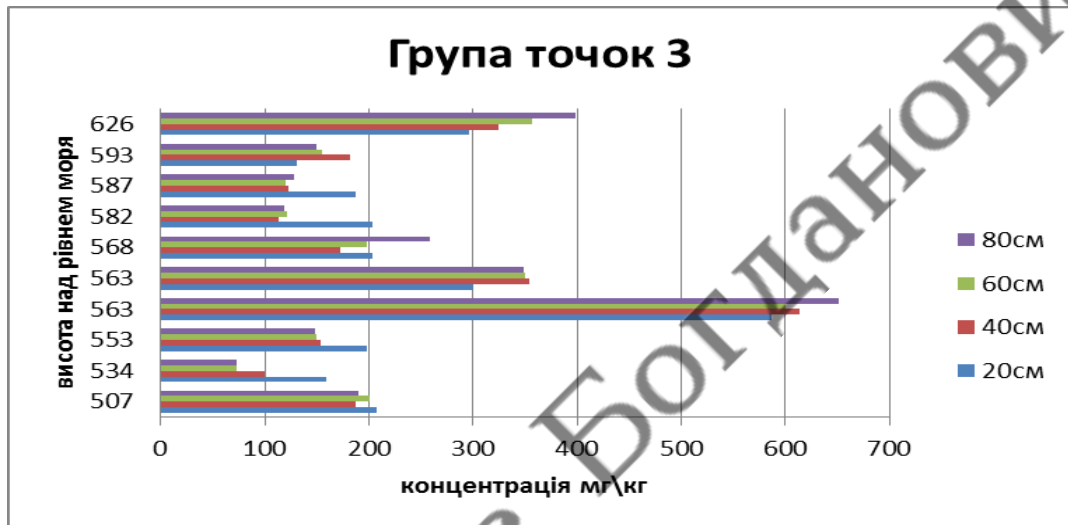


Рисунок 4.5 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з висотою (третій буровий амбар)



Рисунок 4.6 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з відстанню від джерела (третій буровий амбар)

Аналізуючи рис. 4.5-6 ми бачимо поширення нафтопродуктів з бурового амбару, який рекультивованій близько десяти років тому та

здійснює забруднення ґрунтового покриву. Можна стверджувати, що рівень нафтопродуктів, зафіксований поблизу амбару, є найвищим у наших дослідженнях. Високий вміст зафіксований у всій досліджуваній потужності. Поясненням такого високого вмісту можуть бути наступні причини: складність території розміщення, зокрема велика висота над рівнем моря та кут нахилу пагорба, а також відносна молодість амбару. Нещодавно рекультивовані амбари є важливою проблемою, оскільки їх вміст, окрім нежакісних вуглеводнів, які є непридатними для використання, наповнені різного типу речовинами, які активно почали використовуватися у процесі буріння та займають значну кількість у категорії «відходи буріння». Саме це, на нашу думку, є причиною такого високого вмісту нафтопродуктів у ґрунтовому покриві на ділянці, де відбирали проби для групи точок 3.

Порівнюючи отриману інформацію з 1-2 та 3 групи точок, можна стверджувати про значно вищий рівень небезпеки ґрунтів, які відносяться до території, на якій відбирали проби для 3 групи точок, оскільки рівень забруднення зосереджений по всій потужності ґрунту та концентрація, незважаючи на молодий вік джерела, перебуває на найвищому рівні.

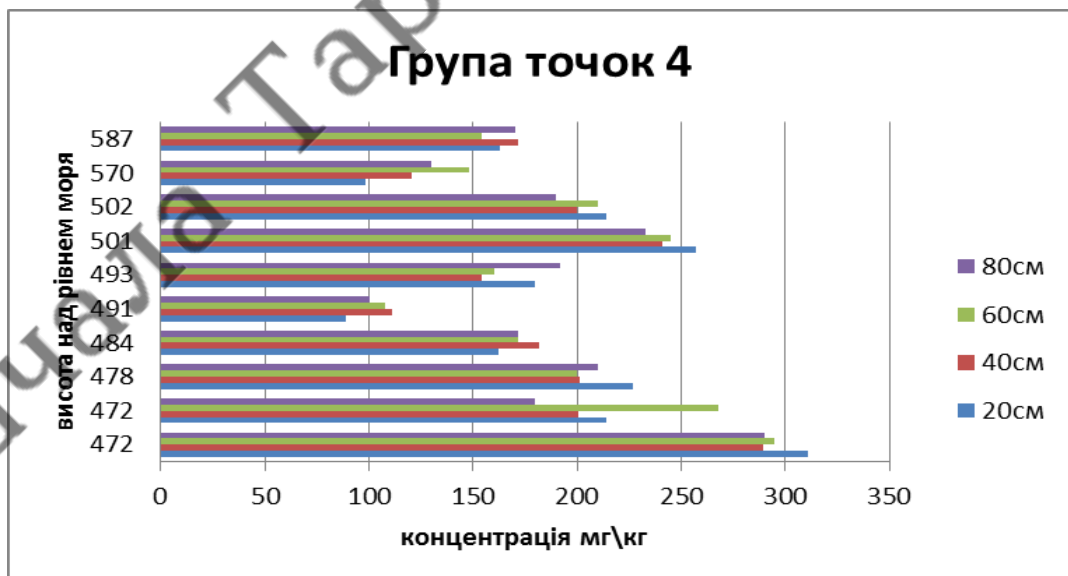


Рисунок 4.7 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з висотою (четвертий буровий амбар)

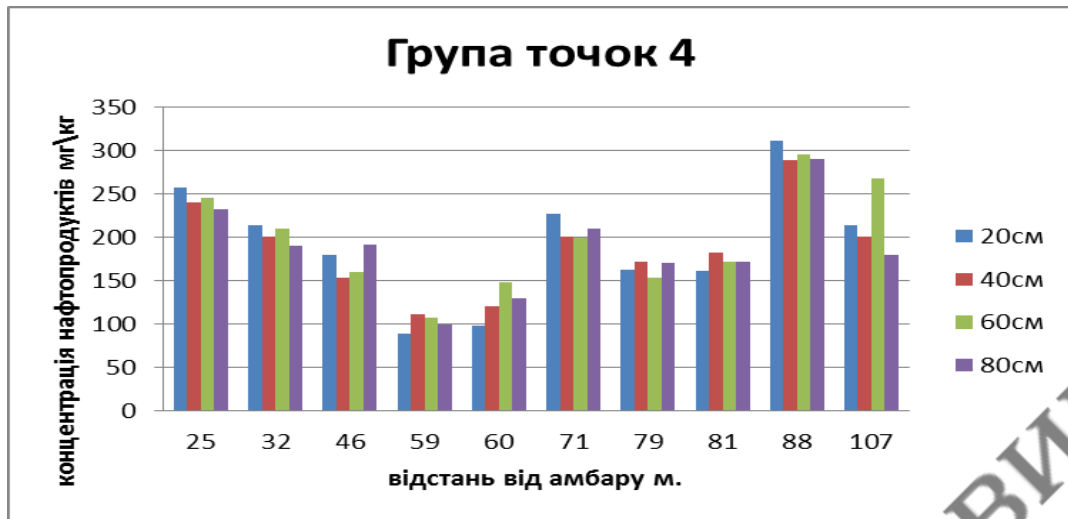


Рисунок 4.8 — графік зміни концентрації нафтопродуктів з відстанню від джерела (четвертий буровий амбар)

Аналізуючи рис. 4.7-8, ми бачимо тип поширення нафтопродуктів з відносно молодого джерела, проте розташованого на гірській рівнині. Порівнюючи з попередніми джерелами забруднення, ми можемо спостерігати певну схожість із розповсюдженням у групі точок 3, проте рівень вуглеводнів в загальному значно нижчий, подібним є тільки поширення у всій потужності ґрунту.

При порівнянні рис. 4.1-8 можна стверджувати, що бурові амбари є джерелом забруднення ґрунтового покриву важкими та легкими фракціями вуглеводнів, призводячи до деградації педосфери та спричиняючи гідрофобність ґрунту. Також можна стверджувати, що чіткої залежності у типі поширення забрудника не виявлено, проте виявлені певні особливості для кожного джерела. Зокрема, виявлено, що у найдавніше рекультивованому амбарі прилеглий ґрунт забруднений в основному на глибині 80 см, а на поверхні концентрація дещо нижча. Амбар рекультивований в кінці попереднього століття і зумовлює забруднення ґрунтового покриву на поверхні. Буровий амбар, рекультивація якого пройшла нещодавно, спричиняє значне забруднення всієї досліджуваної потужності ґрунту. Розміщення амбару, як виявилось, має також важливе значення. Четвертий амбар, який розміщений на гірській рівнині, спричиняє

невелике забруднення ґрунтового покриву, проте на всій досліджуваній потужності.

Для попередження забруднення ґрунтів нафтопродуктами ми створили усереднені залежності концентрації нафтопродуктів на певних висотах. Вони продемонстровані на рис. 4.9 та можуть надати інформацію про можливий рівень забруднення нафтопродуктами ґрунтового покриву при аналогічному джерелі забруднення.

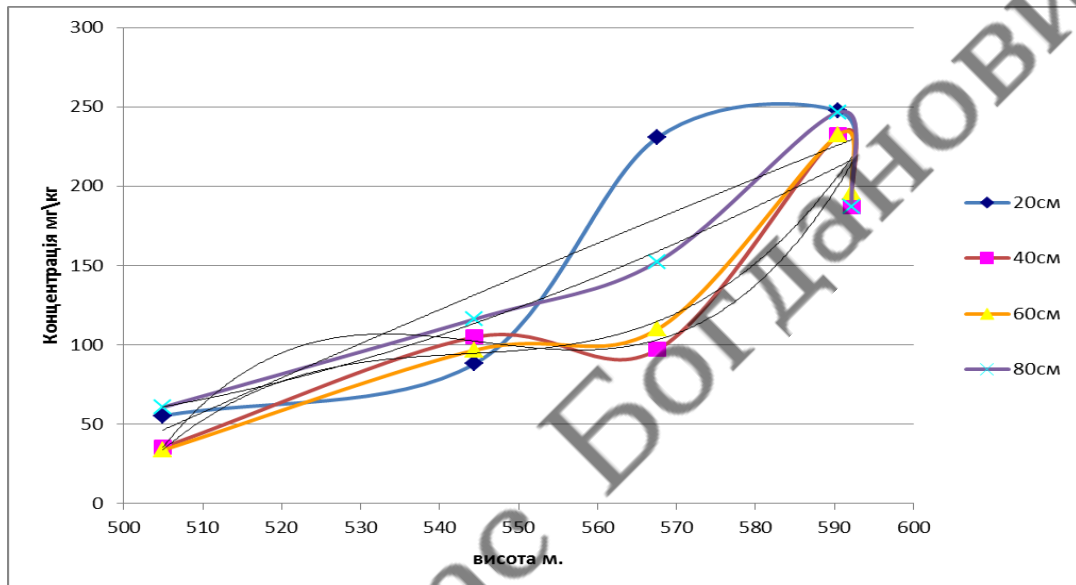


Рисунок 4.9 — залежність зміни усередненої концентрації з усередненою висотою по чотирьох амбарах

$$c_y = 322158.81 + (-37.57h_x^2) + 6.47h_x^2 \ln h_x + (-0.008h_x^3) \quad (4.2)$$

c_y концентрація нафтопродуктів в ґрунтовому покриві;

h_x абсолютна висота розміщення точки відбору проб.

Коефіцієнт детермінації з поправкою на ступені вільності $D=r^2=0,71$ показує, що зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий). Перевірка суттєвості зв'язку здійснюється за допомогою F-критерія Фішера. Табличне значення $F=2,33$ при рівні значимості 0,05 менше від знайденого $F=14,72$.

Користуючись даними залежностями, ми можемо отримати прогнозу інформацію про рівень вмісту нафтопродуктів у ґрунтовому покриві на глибині до 80 см на висоті над рівнем моря від 500-600 метрів. Кореляція свідчить про адекватність нашої моделі, яка основана на інформації, яку ми одержали в ході наших досліджень.

На рисунках 4.10-14 зображено профілі поширення нафтопродуктів у ґрунтовому шарі на досліджуваній глибині і, зокрема, залежно від їх відстані до джерела забруднення. Кожен з чотирьох профілів належить окремому досліджуваному амбару. Дані профілі дозволяють спостерігати процеси міграції нафтопродуктів на всій потужності досліджуваного шару. На основі запропонованих профілів можна впевнитись у нечіткій закономірності поширення забрудника та підкреслити вагомість проблеми вуглеводневого забруднення педосфери.

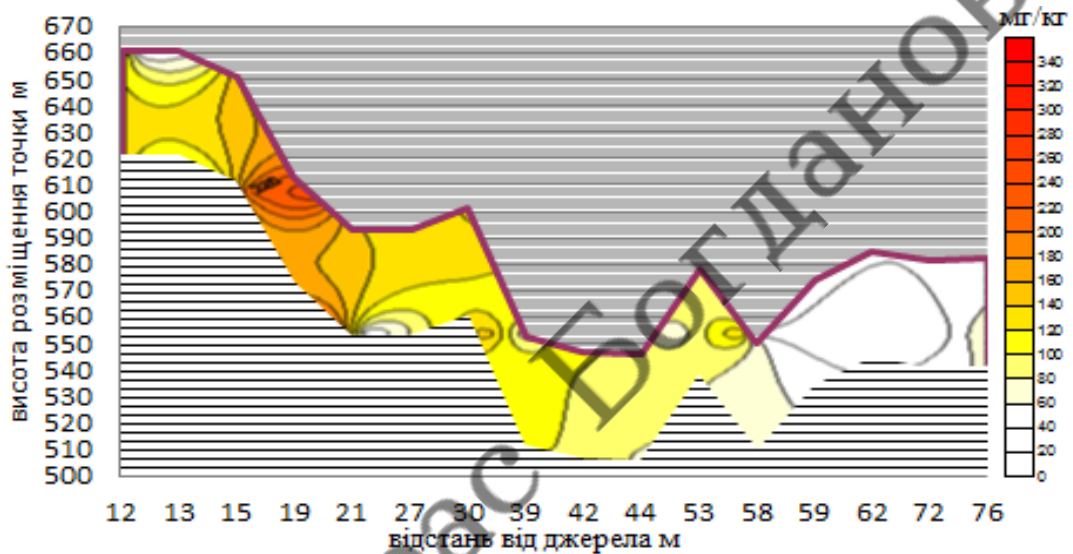


Рисунок 4.10 – ґрунтовий профіль поширення нафтопродуктів з глибиною (перший буровий амбар)

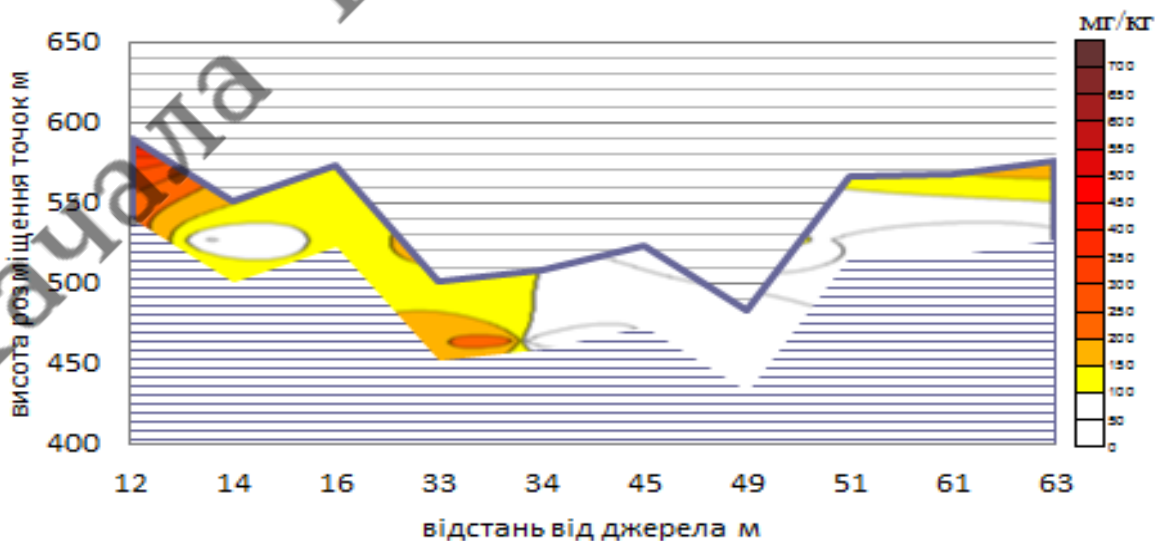


Рисунок 4.11 – ґрунтовий профіль поширення нафтопродуктів з глибиною (другий буровий амбар)

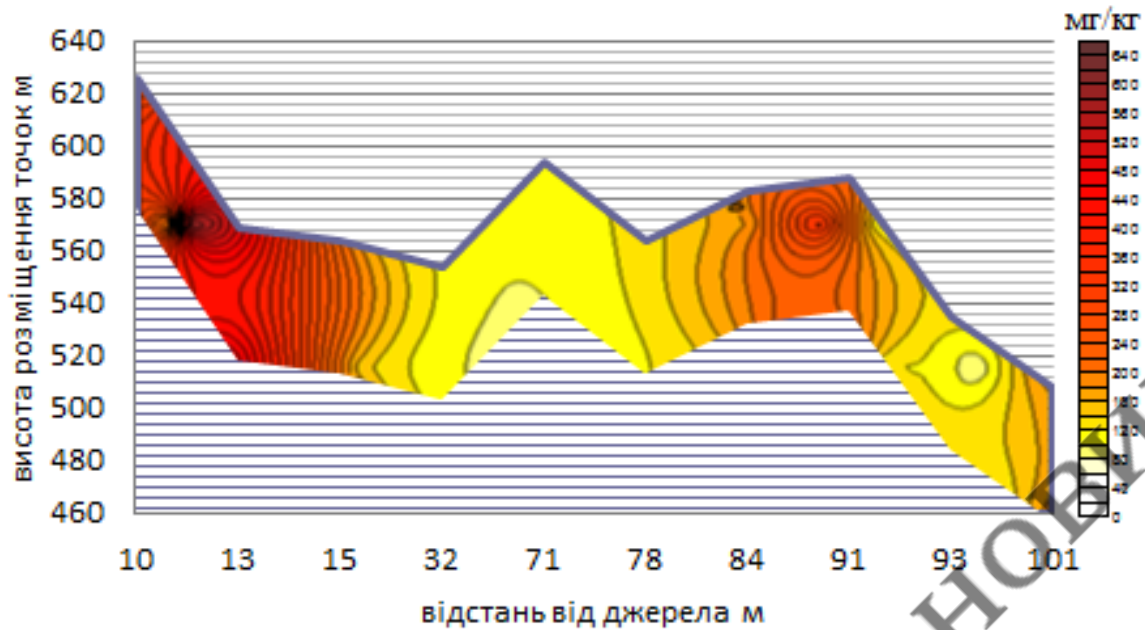


Рисунок 4.12 – ґрунтовий профіль поширення нафтопродуктів з глибиною (третій буровий амбар)

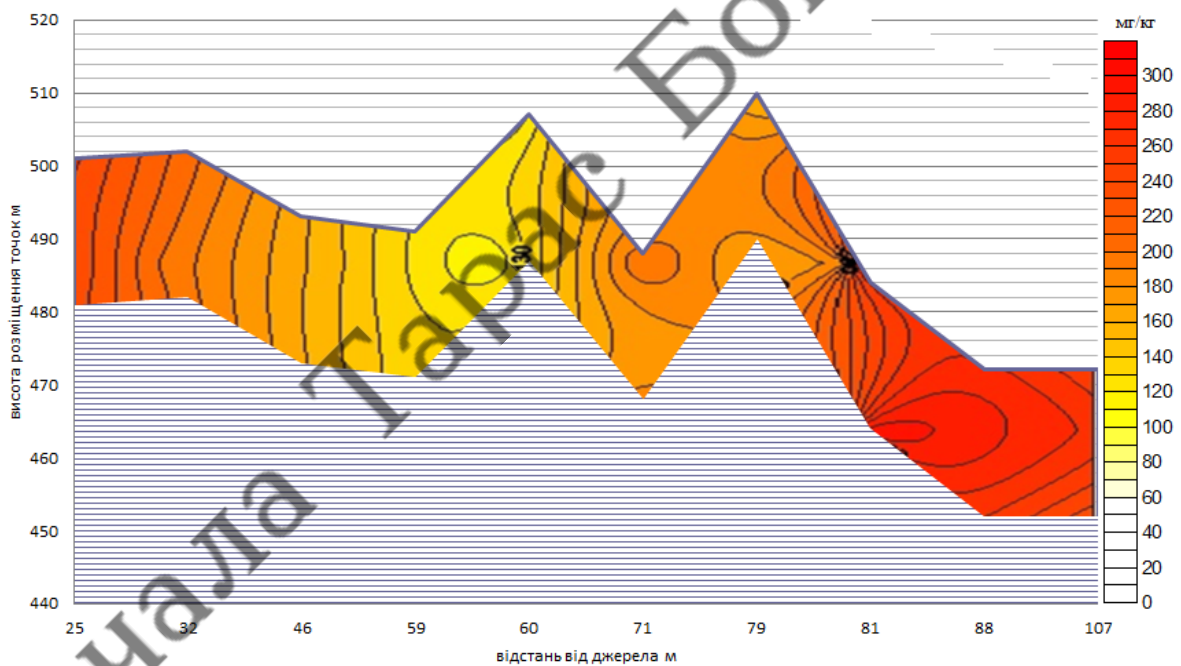


Рисунок 4.13 – ґрунтовий профіль поширення нафтопродуктів з глибиною (четвертий буровий амбар)

4.3 Карти забруднення досліджуваної території

Для візуалізації результатів дослідження ми розробили карти поширення забрудника (нафти і нафтопродуктів та відходів буріння) на

досліджуваній території на основі Таблиці 4.1. Карти створено за допомогою програми Surfer.

Для якіснішої оцінки рівня поширення забрудника представлені карти, на яких інформація відповідає кожній робочій ділянці окремо (ділянки прив'язані до конкретного амбару). Наведені карти також подають інформацію про рівень концентрації забрудника на різних досліджуваних глибинах 20, 40, 60, 80 см відповідно [95; 96].

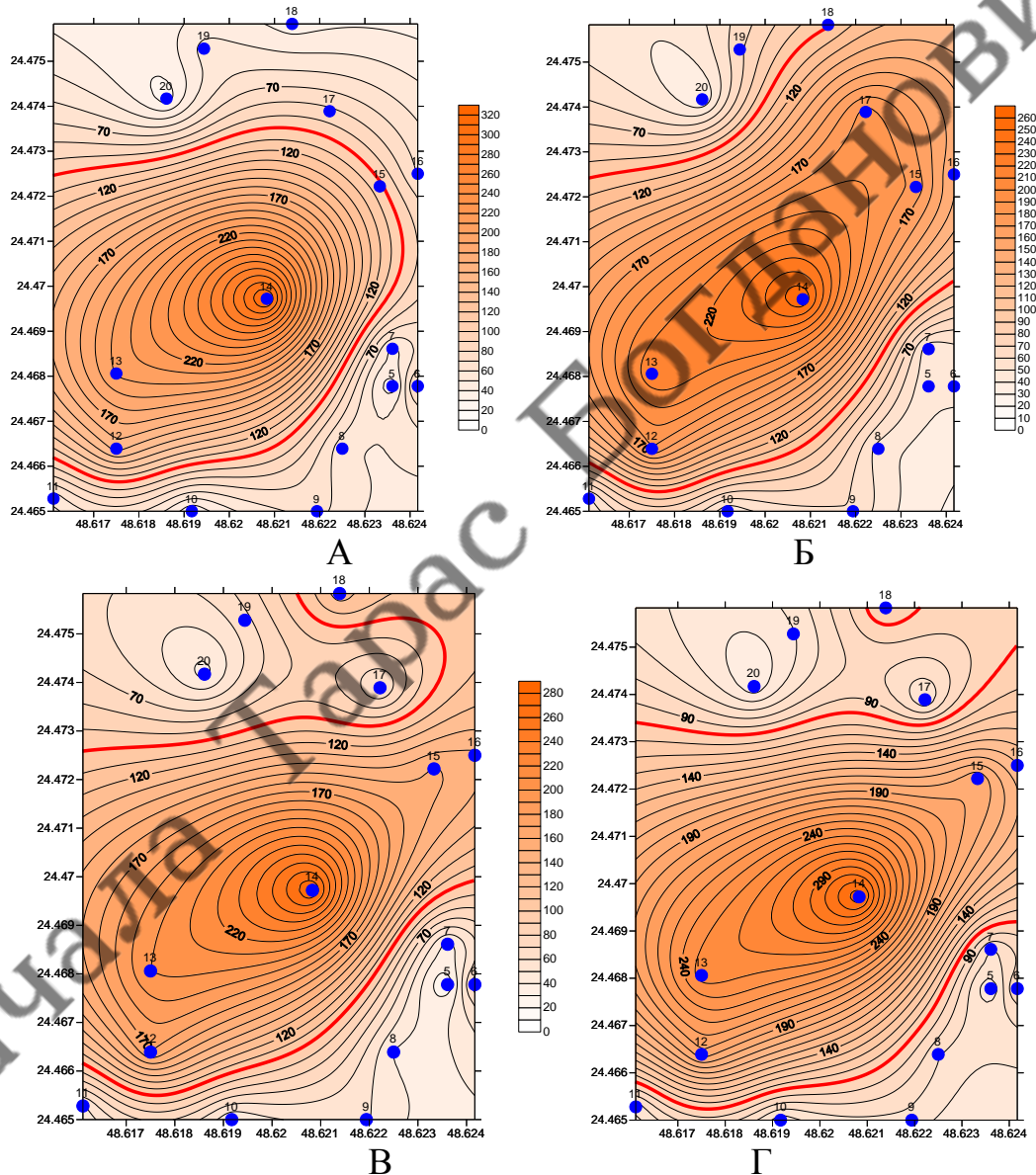


Рисунок 4.14 — концентрація нафтопродуктів на глибині 20, 40, 60, 80 см (А, Б, В, Г відповідно) на території амбару 1

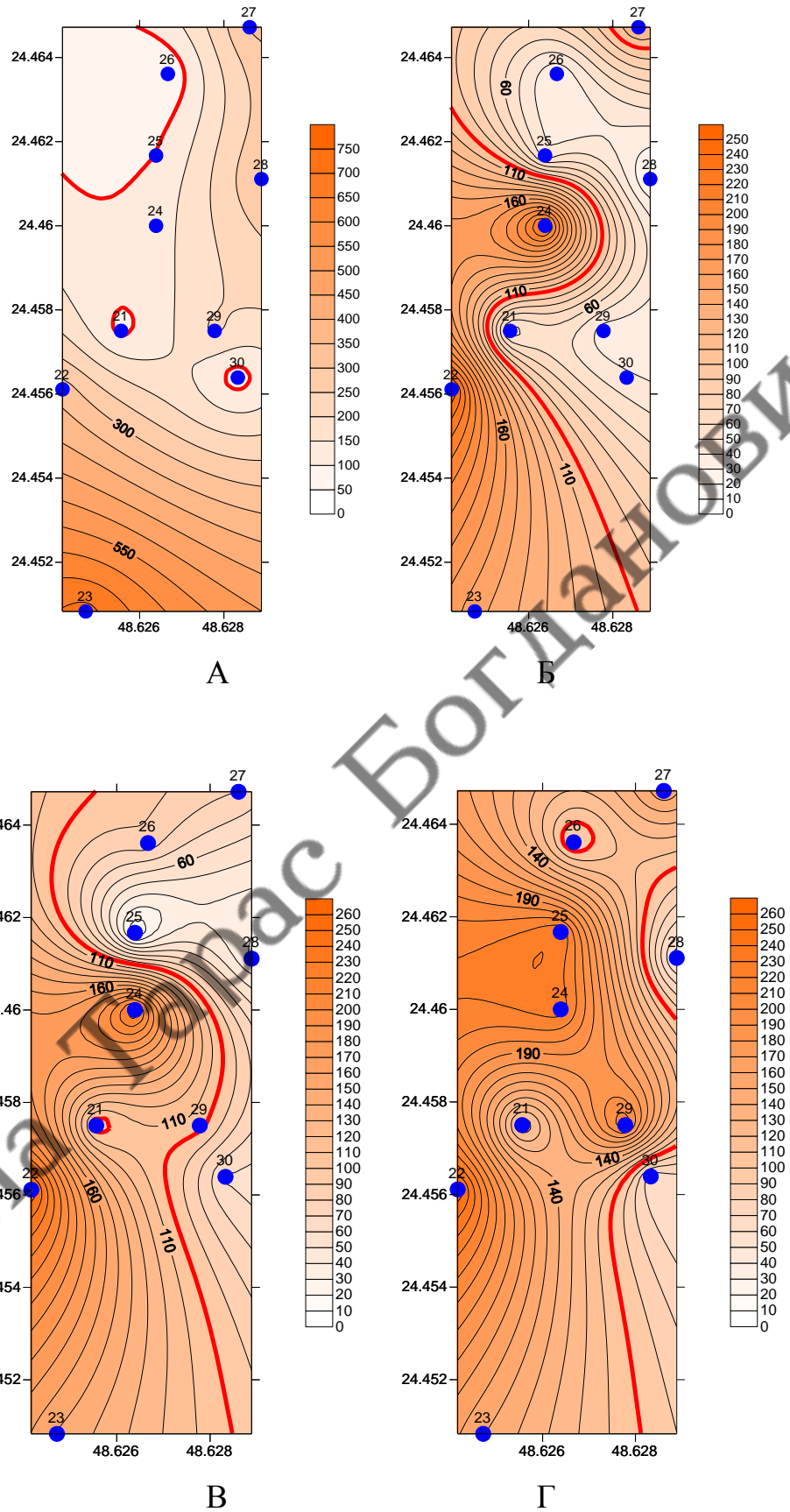
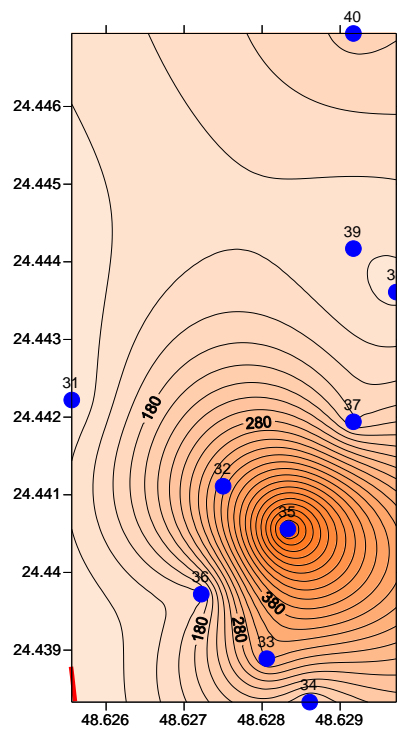
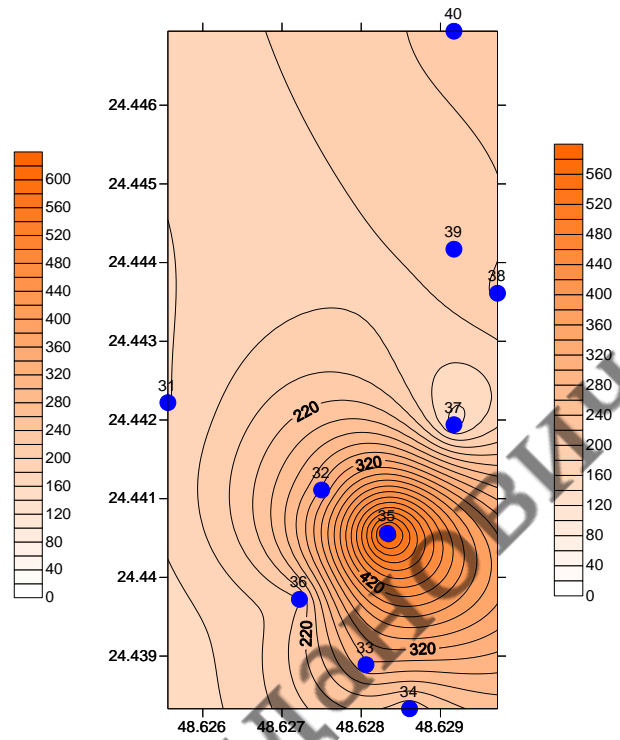


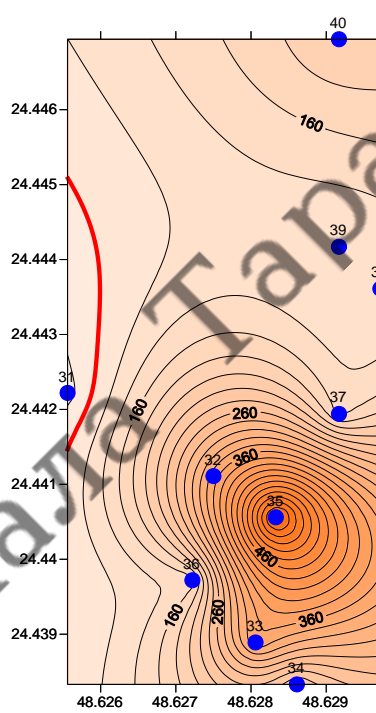
Рисунок 4.15 — концентрація нафтопродуктів на глибині 20, 40, 60, 80 см (А, Б, В, Г відповідно) на території амбару 2



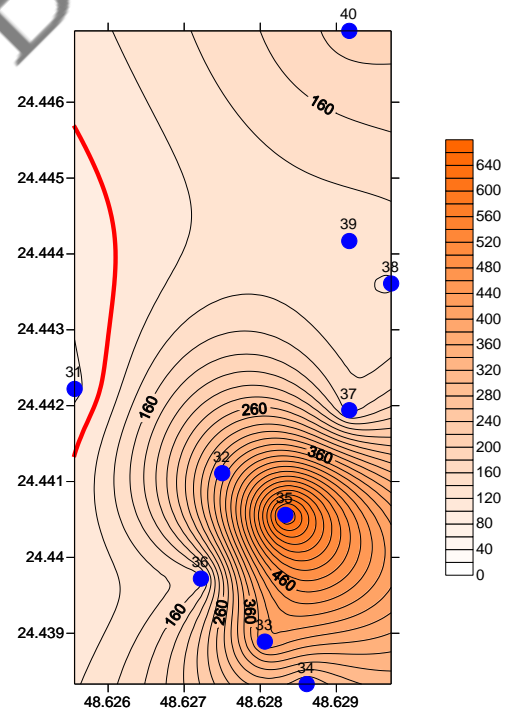
А



Б

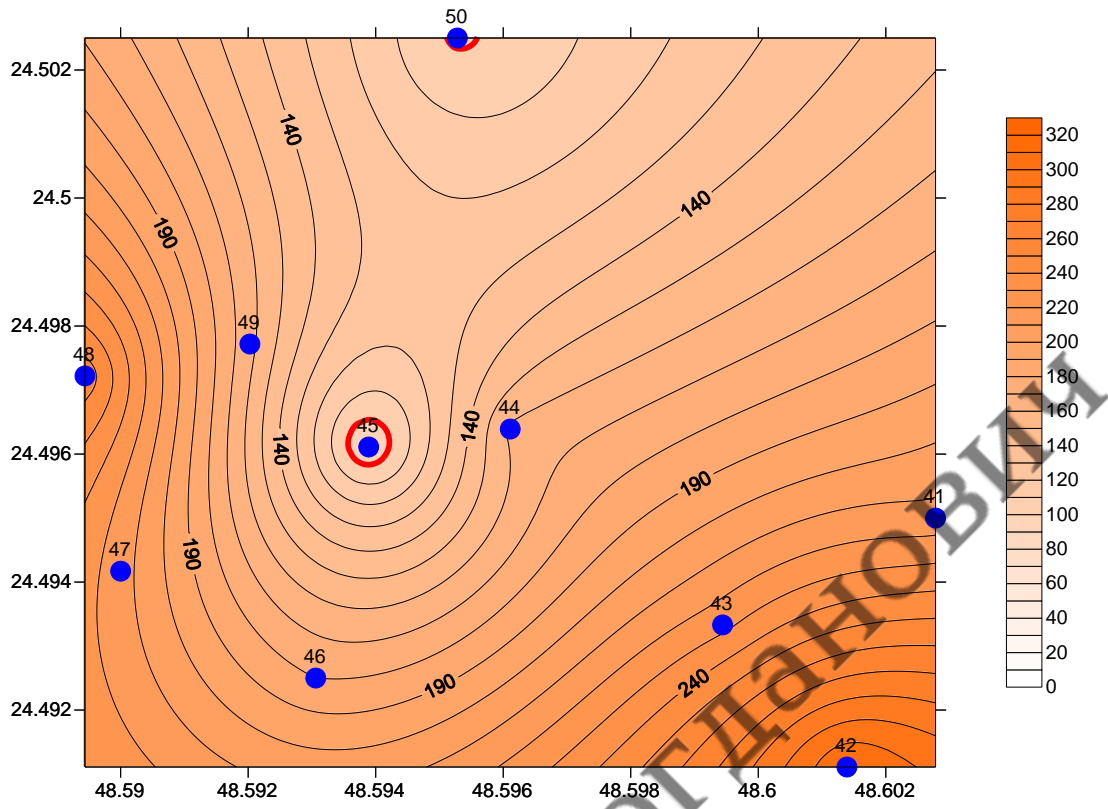


В

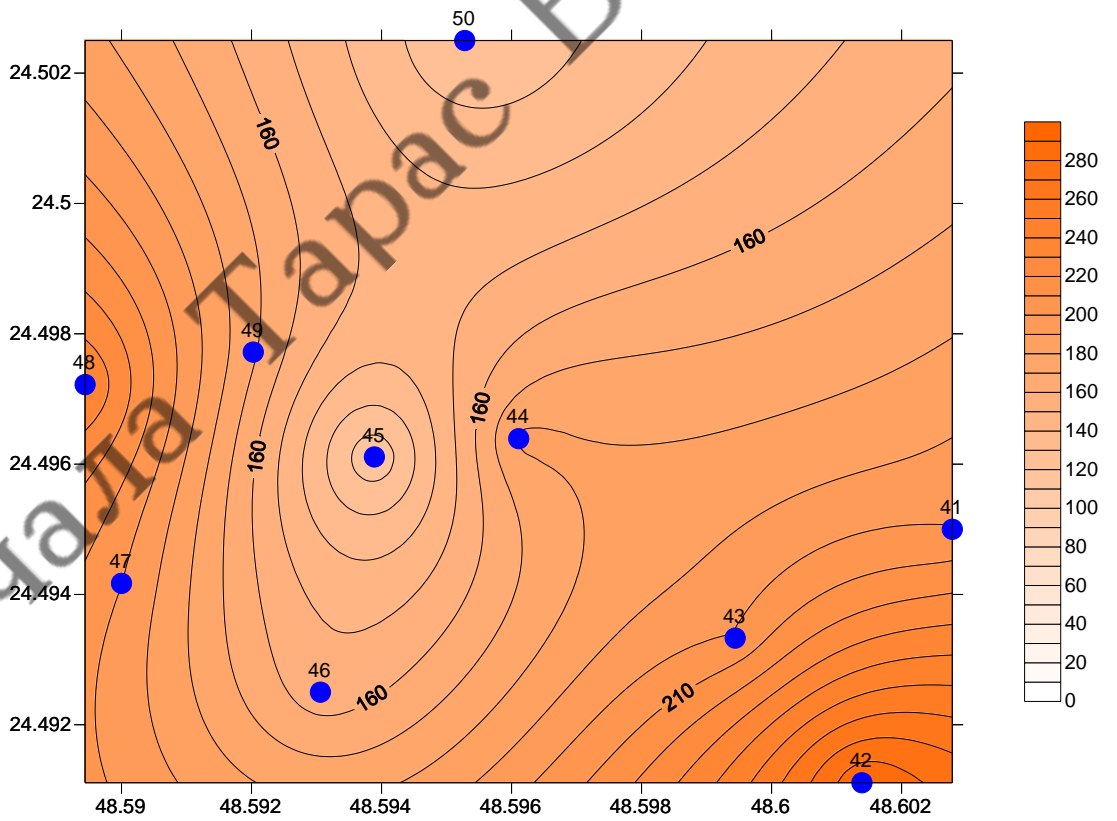


Г

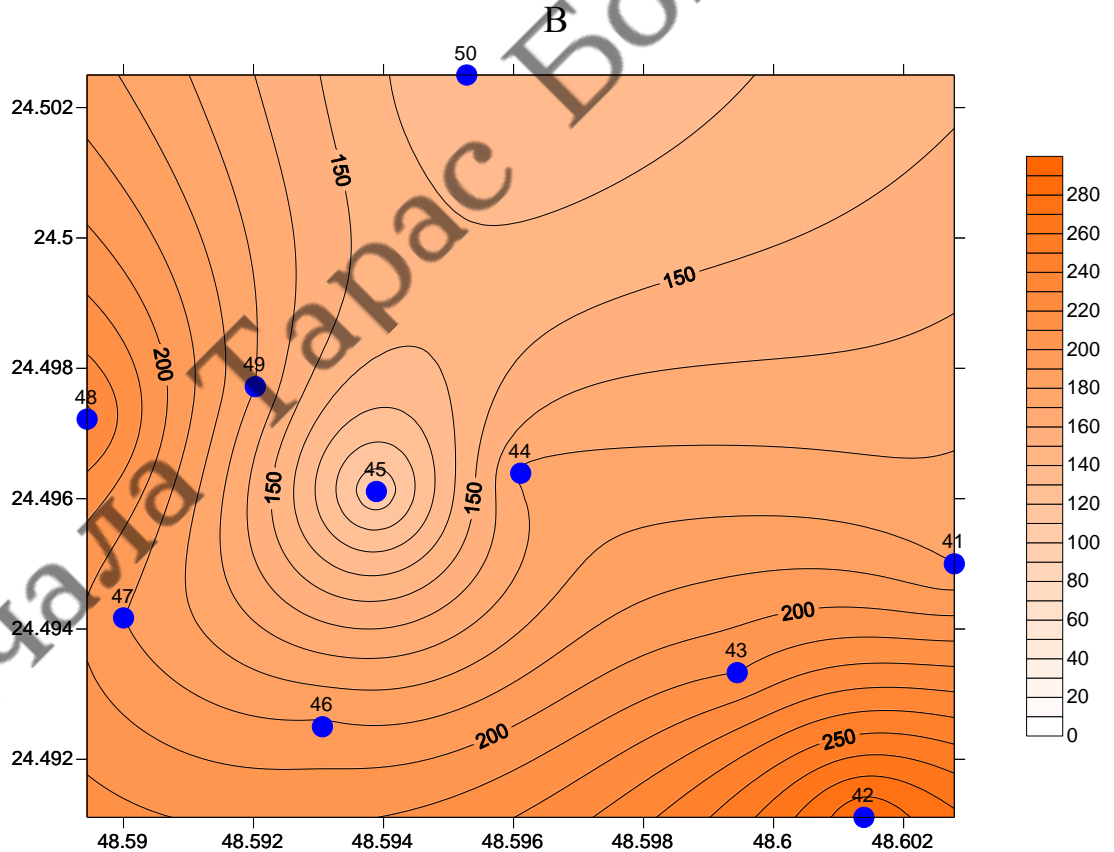
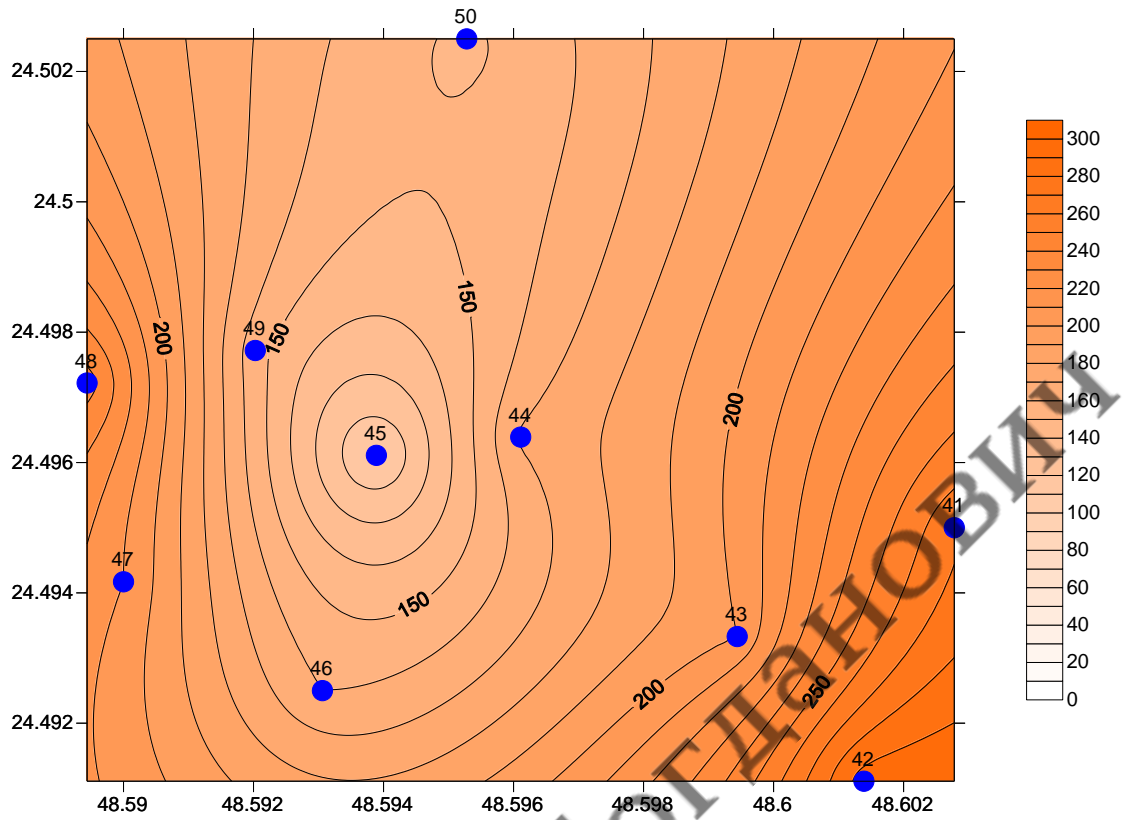
Рисунок 4.16 — концентрація нафтопродуктів на глибині глибини 20, 40, 60, 80 см (А, Б, В, Г відповідно) на території амбару 3



А



Б



Г

Рисунок 4.17 — концентрація нафтопродуктів на глибині 20, 40, 60, 80 см (А, Б, В, Г відповідно) на території амбару 4

Створені карти допомагають візуально спостерігати, як рівень концентрації полютанта, так і напрямки поширення його на досліджуваній території та на різних глибинах.

Проведені лабораторні дослідження дозволили нам підтвердити важливість проблеми забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами на території нафтогазопромислу та розробити нові методи прогнозування можливостей поширення забрудника. Також варто зазначити, що кореляційні моделі дозволять спрогнозувати та виявити території, які потраплятимуть у зону ризику забруднення полютантом з бурових амбарів.

Качала Тарас Богданович

Висновки до розділу 4

1. У процесі дисертаційних досліджень отримано інформацію про особливості міграції нафтопродуктів у профілі ґрунту з бурових амбарів. На основі одержаної інформації ми можемо стверджувати, що бурові амбари є джерелами забруднення ґрунтового покриву. Вони є особливо небезпечним об'єктом, оскільки спричиняють довготривале забруднення прилеглої педосфери, незважаючи на проведену рекультивацію території.

2. На основі отриманих результатів досліджено процеси міграції та встановлено їхні закономірність, але і розробили кореляційну модель для підвищення рівня екологічної безпеки ґрунтового покриву та встановлення рівня забруднення територій з схожими природніми характеристиками.

3. Наші графічні та картографічні матеріали дозволили по-новому оцінити всю небезпеку вуглеводневого забруднення, прискорити шляхи виявлення територій потенційного забруднення та встановити зони ризику з метою підвищення рівня екологічної безпеки та запобігання прогресу деградації родючого шару ґрунту.

РОЗДІЛ 5

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 [107; 109].

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 ґрунтового 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

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 [108; 109].

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 [110].

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 [111; 112].

Рекультивацію земель, що входять у зону надзвичайної екологічної ситуації або екологічного лиха (другий і третій рівні), проводять як систему

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 рекультивация ґрунтів, захист річок і водозаборів від забруднення нафтопродуктами з одночасною локалізацією вогнищ забруднення підземних вод [112].

Оснoву системи можуть скласти такі інженерні споруди, як дамба обвалування, стіна в ґрунті, нагнітальні свердловини, горизонтальний і вертикальний дренажі, видобувні свердловини, а також заходи щодо технічної та біологічної рекультивации 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;

- рекультивация 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.

Також існує ще декілька методів рекультивації ґрунтового покриву 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 [111; 112].

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 біоремедіації нафтозабруднених територій. Розв'язання цієї проблеми досягається з допомогою стимуляції мікробних ценозів шляхом внесення добрив, мікроорганізмів, які можуть найефективніше утилізувати даний забруднювач або шляхом внесення різних біопрепаратів [111].

Єдиний реальний сьогодні спосіб боротьби з наслідками розливу нафти і нафтопродуктів — це базовий комплекс робіт, до складу якого входить

механічне чи фізико-хімічне видалення розлитих вуглеводнів. Наступним кроком очищення залишкових вуглеводнів чи нафти здійснюється за допомогою біологічних методів в основному при використанні біоремедіації нафтоокислювальними мікроорганізмами [112].

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.

5.1 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

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.

5.1.1 Природне самоочищення ґрунту від нафти і нафтопродуктів та його етапи

Природне самоочищення ґрунту, забрудненого нафтою, проходить значно довше, ніж при інших техногенних забрудненнях. Інтенсивність і тривалість процесу самоочищення ґрунту від забруднення нафтою і нафтопродуктами залежить від цілого ряду факторів. Тому в різних природно-кліматичних зонах вона протікає з різною ефективністю.

Так, як встановлено, на ділянках дозованого забруднення через два роки залишкова маса нафти становили 38 % від вихідного рівня, через три – 30 %, через чотири — 24 %. Зниження рівня забруднення ґрунту нафтою тісно зв'язане зі зміною її фракційного складу. Протягом першого року практично повністю випарувались фракції нафти з температурою кипіння нижче 200 °С [45].

Рядом експериментів було доведено, що самоочищення ґрунтів можливе лише в тому випадку, коли рівень забруднення не перевищує певного порогового значення, але єдиної думки з приводу величин порогових концентрацій до цього часу немає. Потрапляючи в ґрунт, нафта та нафтопродукти зазнають цілого ряду кількісних і якісних змін в ньому. Деградація нафти на поверхні і в товщі ґрунту проходить в декілька етапів, на кожному із яких задіяні різні природні механізми і структурні елементи.

Перший етап (тривалістю 1-1,5 роки) характеризується фізико-хімічними процесами, які полягають у:

- розподілі компонентів нафти в товщі ґрунту;
- випаровуванні;
- вимиванні;
- ультрафіолетовому розкладанні;
- мікробіологічному окисленні.

Відбувається фракціонування компонентів нафти по ґрунтових горизонтах. Воно відбувається як в латеральному, так і в радіальному напрямку. Високо мінеральні бітумунізовані і асфальтно-смолисті речовини осідають у верхньому

гумусовому горизонті. Легкі низькомолекулярні розчинні сполуки проникають глибше в ґрунт і, мігруючи по границі мінерального і органічного горизонту (по суглинках) на значні відстані, забруднюють ґрунтові води.

Серед абіотичних факторів в окисленні нафти провідна роль належить ультрафіолетовому опроміненню. Найбільш інтенсивно піддаються цьому впливу палкани C₁₂ - C₁₆. Фотохімічні процеси можуть розкладати навіть поліциклічні вуглеводні нафти [51; 52].

Суттєвим фактором, котрий прискорює процеси взаємодії вуглеводнів з киснем і сприяє зниженню рівня вільної енергії, являється активність ґрунтових каталізаторів (насамперед різноманітних ферментів, котрі виділяє мікрофлора, ґрунтові безхребетні, вищі рослини).

Потім починається другий етап самоочищення ґрунтів з домінуванням біохімічних процесів окислення вуглеводнів нафти до кінцевих продуктів води та вуглекислого газу. Компоненти нафти є додатковим джерелом енергії і сприяють формуванню в даній місцевості специфічного біоценозу, котрий має характерну структуру трофічних зв'язків і енергетичного обміну.

Вуглеводні нафти на другому етапі суттєво змінюються. Перш за все це пов'язано з руйнуванням ароматичних структур. У складі нафтових екстрактів із забруднених ґрунтів зростає частка смолисто-асфальтних компонентів.

Початок третього етапу визначається по відсутності в залишковому продукті вихідних і вторинних парафінів [46; 47; 112].

5.2 Спосіб створення екологічної модифікації нафто шламового амбару як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами

Внаслідок проведених досліджень ми встановили, що значна частка нафтопродуктів потрапляє в ґрунтовий покрив шляхом міграції з бурових амбарів. Для вирішення цієї проблеми ми модифікували конструкцію бурового амбару. Запропонований спосіб модифікації нафтошламового

амбару надає можливість мінімізації міграції (важких та легких фракцій) нафтопродуктів з амбару у профіль ґрунтового покриву. Окрім зменшення забруднення ґрунтового покриву, з'являється можливість подальшого використання території нафтошлямового амбару, включаючи сільськогосподарську діяльність. Ця модифікація може використовуватись при веденні будь-яких бурових робіт, у діяльності, що передбачає рекультивацію територій, які піддалися впливу забруднення через аварійні ситуації, а також ті ґрунти, які деградували через міграцію забруднювальних речовин, що є супутніми в процесі буріння.

На сучасному етапі розвитку технології нафтовидобутку при експлуатації нафтових родовищ, тобто бурінні свердловин, утворюються значні обсяги відходів, переважна кількість яких нагромаджуються в шламових амбрах. У процесі експлуатації амбари заповнюються буровими і тампонажними розчинами, буровими стічними водами і шламом, пластовими водами, продуктами випробування свердловин, матеріалами для приготування та хімічної обробки бурових і тампонажних розчинів тощо. До основних типів промивальних розчинів належать піна, вода і розчини: природні з неглинистих порід, глинисті, на нафтовій основі, емульсійні, керовані. Невід'ємними компонентами промивальної рідини є глинопорошки: бентонітовий, палигорськитовий. Також використовуються обважнювачі: баритовий та гематитовий, регулятор рН розчину — каустична сода. Серед поверхнево-активних речовин (ПАР) застосовуються такі: сульфонал, савенол, дісолван, стеарокс, жиринокс, неоном та різні оксиетильовані спирти. Крім того, використовують реагенти-піногасники, реагенти-стабілізатори, реагенти-розріджувачі, емульгатори, інгібітори корозії тощо. Особливо екологічно небезпечним є скид промивних рідин спеціального призначення, наприклад, на содовій основі.

Відпрацьовані бурові розчини разом із вибуреною породою утворюють буровий шлам. Він в середньому складається з породи (60%-80%), органічних речовин (8%), водорозчинних солей (до 6%) обважнювачів,

глини, іноді містить нафту. Буровий шлам є забруднювачем через наявність в ньому органічних домішок.

При бурінні свердловини глибиною 2600 м в амбарі міститься близько 65% води, 30% шламу (вибуреної породи), 5,5% нафти, 0,5% бентоніту і 0,5% різних присадок, що забезпечують оптимальну роботу бурової установки. Вміст нафтопродуктів у шламi коливається в межах від 200 до 13870 мг/кг.

Забруднювальна здатність бурових розчинів залежить від кількості і токсикологічної характеристики хімічних реагентів, що застосовуються для їх оброблення. Під час буріння свердловин використовуються реагенти і речовини 3, 4 класу небезпеки. Вибурена порода за своїм складом нетоксична, але, диспергуючись у середовищі бурового розчину, її частинки адсорбують на своїй поверхні токсичні речовини і можуть негативно вплинути на рослинний світ, ґрунтові води. Під час буріння свердловини негативний вплив на ґрунти, поверхневі і підземні води чинить буровий розчин, а також буровий шлам. Тому особливо гостро стоїть проблема ліквідації шламових амбарів та подальшої рекультивації земель на території буріння свердловин.

Однією з актуальних проблем сучасності є забруднення поверхневого шару ґрунту нафтопродуктами. Здебільшого, активне забруднення відбувається під час порушення геологічного середовища в процесі видобування, а також складування відходів з високою концентрацією нафти, що за допомогою міграційних процесів підвищує її концентрацію у ґрунтовому покриві, унеможливаючи подальше його використання.

У зв'язку з цим важливою частиною заходів є створення накопичувачів відходів, що не тільки мінімізують процеси поширення вуглеводневого забруднення ґрунтового покриву, а й дозволять подальше використання території, задіяної під час даного процесу, без негативного впливу на біоту та абіоту [48].

У процесі дослідження ми вивчили існуючі конструкції бурових амбарів та методи, спрямовані на пониження рівня забруднення ґрунтового

покриву. На даний час використовуються такі методи: використання ґрунтоцементну, гідроізоляції, біологічної утилізації. Для більш чіткого висвітлено недоліків існуючих методів короткі відомості про них наведені нижче.

Спосіб застосування ґрунтоцементну як протифільтраційного екрану амбарів-шламонакопичувачів використовують для відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин [113]. Для створення гідроізоляції шламових амбарів використовують ґрунтоцемент. Ґрунтоцемент — суміш глинистого ґрунту, цементу та води. Даний ізолят є не простою механічною сумішшю, а системою, що складається з двох дуже складних за своїм складом і властивостями багатоконпонентних систем — цементу та ґрунту. Основним провідним фактором у корінному перетворенні властивостей ґрунту є цемент, який є полідисперсною й полімерною системою, яка може утворювати кам'яновидне тіло після додавання води [113].

Недоліком такого методу є його ненадійність, високий рівень ймовірності прориву стінок, а також просідання верхньої частини в процесі консервації, вихід наповнення амбару на поверхню, неможливість подальшого використання території амбару.

Інший важливий метод — гідроізоляція амбарів-накопичувачів та захоронення відходів буріння при будівництві свердловини на нафту і газ [114], зокрема створення бурового амбару «Протифільтраційний екран», суть якого полягає в облаштуванні амбарів-накопичувачів протифільтраційним екраном. У цьому випадку використовується композиційний матеріал на основі синтетичної тканини (полотна), модифікованої з обох сторін полімерно-бітумним в'язким з високими термопластичними та гідроізоляційними властивостями, який у вигляді полотен укладається поперек дна амбару-накопичувача. Після чого полотна композиційного матеріалу герметично з'єднуються між собою шляхом наплавлення, утворюючи при цьому міцний каркас. Внаслідок перетворення відходів буріння з напіврідкої фази на тверду здійснюється загортання країв

композиційного матеріалу та шляхом наплавлення додаткових полотен утворюються суцільні герметичні ємності-сховища відходів буріння [114].

У процесі дисертаційних досліджень виявлено певні недоліки цього методу, що полягають у ненадійності протифільтраційних екранів, а також необхідності додаткової гідроізоляції та недовговічності конструкції.

Для підтвердження адекватності та ефективності нашої розробки ми запропонували розглянути існуючий та найбільш поширений метод боротьби з вуглеводневим забрудненням — спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару, що активно використовується сьогодні, який рекультивується способом біологічної утилізації. Він полягає в обробці масиву нафтовмістких речовин, пластових вод, берегової лінії та придонних відкладень нафтошлямових амбарів біологічними та хімічними речовинами. Вони по всьому об'єму послідовно вносять у вуглеводневу масу нафтошлямового амбару щонайменше один концентрований біокаталізатор деструкції вуглеводнів, сорбент або розпушувач, біологічний каталізатор асиміляції вуглеводнів і буферний стабілізатор, причому вносять в гомогенізовану масу амбару препарат вуглеводнево окислюючих мікроорганізмів [115]. Беручи до уваги існуючу технологію рекультивації, ми за допомогою порівняльного способу продемонстрували переваги нашої розробки, створеної в процесі дисертаційних досліджень.

Запропонований нами спосіб, розроблений з врахуванням недоліків існуючих методів, має певну перевагу. Особливістю нашої розробки є використання під час створення нафтошлямового амбару комбінованих стінок, які складатимуться з різних типів ґрунту. Оскільки є можливість створення як мінімум три шарової, так і максимум п'яти шарової конструкції стінок, то залишається врахувати тільки почерговість типів ґрунту з різною пропускною властивістю — від щільніших до найменш щільних типів ґрунтів. А також для мінімізації міграції забрудників під час заповнення нафтошлямового амбару поступово додається абсорбент в пропорції 2:1.

За допомогою вищенаведених способів неможливо повністю рекультивувати бурові амбари чи шламосховища таким способом, щоб відновити нормальну діяльність людини на території захоронення.

Основними перевагами запропонованого в дисертаційній роботі способу є:

- універсальність способу, може використовуватись на будь-якій місцевості;
- економічна перевага, вартість запропонованого способу створення нафтошлямового амбару є порівняно нижчою, ніж повна рекультивація об'єкту;
- ефективність, можливість подальшого використання територій нафтошлямового амбару;
- використання відходів, що дозволяє вирішити більш ніж одну екологічну проблему та знизити навантаження на навколишнє середовище.

В основу дослідження поставлено завдання створення моделі нафтошлямового амбару, який мінімізував би процеси фільтрації (міграції нафтопродуктів та інших хімічних забрудників, що містяться в амбарі), що призводить до забруднення ґрунтового покриву та унеможливорює його подальше використання.

Важливою перевагою цього способу є можливість застосування розробки у будь-яких параметричних і часових варіаціях, необхідних конструктору. Розміри нафтошлямових амбарів, їхній об'єм, профіль і глибина та висота обваловки визначаються на стадії робочого проектування, відповідно до конкретної ділянки будівництва свердловин з урахуванням категорії ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та інших характеристик.

Будівництво бурового шлямового амбару розпочинається із зняття родючого шару ґрунту та складування його в тимчасові відвали; потім риття земляного котловану та складування глинистого ґрунту. Наступним етапом є побудова протифільтраційних стін. Під час створення нафтошлямового амбару необхідно використовувати комбіновані стінки, які складатимуться з

різних типів ґрунту. У найпростішому варіанті необхідно використовувати мінімум три типи ґрунту, які мають різні пропускні властивості, починаючи від щільних і закінчуючи найменш щільними типами ґрунтів [116].

Запропонована модель конструкції побудови бурового амбару дозволить максимально сповільнити міграційні процеси. При цьому шари ґрунту, які використовуватимуться для бортів конструкції, ставатимуть природним абсорбентом і втримуватимуть вуглеводневий забрудник та супутні хімічні речовини (бурові розчини, пом'якшувачі) в собі, поступово унеможливаючи поширення речовин на чисті, незадіяні в техногенній діяльності території.

Для зовнішніх стінок, які повинні бути найбільш щільними використовуються глинисті типи ґрунтів, для створення проміжних стінок необхідно використовувати ґрунти з середньою щільністю наприклад леси, лесовані й карбонатні суглинки та супіски, для створення найактивнішого шару ізоляту необхідно використовувати різнодисперсний, різнотипний пісок, або типи ґрунту із вмістом піску 40% [116].

Наступним етапом у створенні та рекультивації амбарів, під час заповнення його важливим елементом для мінімізації міграції забрудників є поступове додавання природного сорбенту [116]. У даному випадку зола із ТЕС відіграватиме роль природного сорбенту, її хімічний склад у (%): SiO_2 — 80,25, CaO — 0,28, MgO — 3,60, Fe_2O_3 — 10,18, SO_3 — 2,08, K і Na. Сорбент необхідно додавати в пропорції 2:1 об'єму відносно вмісту забрудника, така його кількість виступатиме зв'язним елементом, абсорбентом (таку кількість відносно наповнювача амбара встановлено експериментальним шляхом і визначено його найбільшу ефективність). У разі додавання меншої кількості абсорбенту в експериментальній моделі спостерігалось збільшення незв'язаних фракцій вуглеводнів і прямих відходів буріння (бурових розчинів та різного типу хімічних пом'якшувачів). У випадку додавання більшої кількості сорбенту зафіксовано перевантаження нафтошлямового амбару та виявлено значну втрату

робочого об'єму, що призводить до збільшення стартових розмірів споруди, а це є важливим негативним фактором не тільки з екологічної точки зору, але й з економічної. Саме такі результати досліджень з експериментальною моделлю привели до висновку, що 2:1 це оптимальна кількість сорбенту для досягнення максимального екологічного та економічного ефекту.

Фізико-хімічні властивості сорбенту дозволять сповільнити процес міграції вуглеводнів з нафтошлямового амбару до 30%, знизити ризики протікання, унеможливають процеси просідання поверхні рекультивованих амбарів (максимальний можливий рівень просідання, який викликаний активним використанням території амбару, становитиме не більше 20 см), дозволять використовувати територію амбару, як сільськогосподарський об'єкт. Це стане можливим у випадку дотримання такої умови: під час рекультивації поверхні амбару використовуватиметься ґрунт, що описаний у патенті на корисну модель [116], а на завершальному етапі покриття використовуватиметься шар ґрунту, який складавався в процесі утворення самого котловану і є безпосередньо генетичним для цієї ділянки.

Принцип облаштування розробленої екологічної модифікації нафтошлямового амбару зображено на рисунку 5.2.1. Особливість модифікації полягає у наступних конструктивних елементах: 1 — зовнішня стінка; 2 — проміжна стінка; 3 — внутрішня стінка; 4 — борт нафтошлямового амбару; 5 — абсорбент з відходами буріння; 6 — внутрішня стінка; 7 — вилучені ґрунти [116].

У процесі дослідження встановлено, що сорбент, який міститься у сховищах для відходів, має високі зв'язні властивості, а також сприяє рекультиваційним процесам, оскільки верхній шар ґрунту, який виступатиме кришкою амбару, буде придатний для подальшого використання.

Важливо зазначити, що нафтошлямові амбари є великою екологічною проблемою, оскільки значні території, що відведені під їх розміщення, втрачають свої функціональні властивості. Крім того, спостерігається швидке висихання зола відвалів. При нормальних погодних умовах це призводить до

зазолення прилеглих територій. Саме цей аспект і став однією з причин використання золи для відновлення території, яку відведено під нафтошламовий амбар.

Застосування золи дозволить не тільки рекультивувати амбари, а й зменшити території, що використовуються під золовідвали, що є прямою економічною вигодою як для ТЕС, які продукують зольні відходи, так і для видобувних компаній. Тобто даний метод/спосіб має конкретний екологічний ефект, який чинить прямий вплив на рівень екологічної безпеки територій нафтовидобутку.

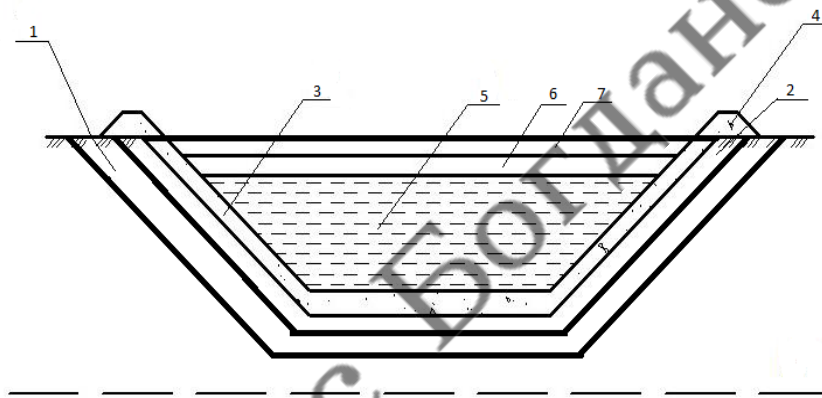


Рисунок 5. 1 - Екологічна модифікація нафтошламового амбару

Проведені дисертаційні дослідження дають змогу зробити висновок про те, що зменшивши території, задіяної під зберігання відходів і використання запропонованого нами сорбенту золи (золовідвали), сприятиме поступовій рекультивації. З іншого боку, впровадження ефективної рекультивації нафтошламових амбарів не тільки зменшить міграцію вуглеводнів, але й дозволить надалі експлуатувати території, які виділялись під будівництво такого типу конструкцій. Це, безперечно, зумовить покращення стану навколишнього середовища та підніме рівень екологічної безпеки у двох галузях.

Розроблена нами конструкція екологічної модифікації нафтошламового амбару може використовуватись на будь-якій території, незважаючи на

висоту і температуру місцевості, а також де ведеться розвідувальне буріння, та здійснюється видобувна діяльність. З інженерного погляду запропонована модифікація є економічно вигідною та не важкою для впровадження, що в свою чергу дає можливість застосовувати її в різних масштабах [117].

Качала Тарас Богданович

Висновки до розділу 5

1.Проведені дисертаційні дослідження вирішує проблему міграції нафтопродуктів з потенційних джерел забруднення (бурових амбарів) у профіль ґрунту, а отже, підвищити рівень екологічної безпеки, а також розробити спосіб подальшого використання рекультивованих територій. Цього результату ми домоглись шляхом розроблення нової конструкції бурового амбару та застосування сорбенту який є відходом роботи ТЕС.

2.Розроблено конструкцію комбінування стінок бурового амбару із додаванням сорбенту (зола) дозволило вирішити проблему першочергового забруднення ґрунтового покриву, яке відбувається внаслідок міграції нафти, нафтопродуктів та відходів буріння з бурового амбару у профіль ґрунту.

3.Запропонований метод дозволяє розпочинати процеси рекультивації технічних конструкцій (бурові амбари, шламосховища) в процесі їх використання, що зумовлює прямий економічний ефект. Зважаючи на історію утворення сорбента (зола з ТЕС), вирішується проблема масштабних золовідвалів, які також призводять до деградації компонентів навколишнього середовища та підвищення рівня екологічної безпеки.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні розроблено системи екологічного моніторингу ґрунтового покриву для виснажених нафтогазових родовищ з застосуванням методу інфрачервоної спектрофотометрії, та вирішено актуальне науково-практичне завдання підвищення рівня екологічної безпеки територій нафтогазопромислу на прикладі Битків-Бабченського нафтогазоконденсатного родовища:

1. Проаналізовано стан системи екологічного моніторингу ґрунтового покриву нафтогазовидобувних територій Прикарпаття. Визначено основні недоліки з точки зору реалізації завдань системи моніторингу, а саме для гірських територій розташування нафтових родовищ. Встановлено, що реалізацію таких завдань системи спостережень доцільно проводити в залежності від висоти рельєфу місцевості та віддаленості від джерела забруднення.

2. Використовуючи методи системного аналізу та експертні оцінки, а саме: метод Дельфі, метод медіан рангів та метод середніх оцінок для розроблення експертної моделі забруднення нафтопродуктами ділянок землі, встановлено, що на думку експертів, в межах Івано-Франківської області найменш забрудненими є ділянки, що розташовані в межах автогазозаправних пунктів та автогазозаправних станцій, а також в межах газорозподільних станцій та газорозподільних пунктів. Найбільш забрудненими нафтопродуктами земельними ділянками експерти вважають об'єкти нафтогазовидобутку та нафтогазопереробки.

3. Розроблено нову методику екологічного моніторингу ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ для дослідження проблеми забруднення педосфери нафтопродуктами. Створена методика дозволяє ефективно оцінити стан досліджуваної території, враховує особливості як рівня дослідження, так і досліджуваної ділянки. Гнучкість нової системи дозволяє отримувати більшу кількість адекватної інформації.

4. На прикладі Битків-Бабченського нафтогазового родовища досліджено процеси міграції нафтопродуктів у ґрунтовому покриві з метою підвищення якості рекультивації деградованих територій та розроблено прогнозу модель для своєчасного виявлення територій, які перебувають у зоні ризику забруднення.

5. У процесі дисертаційних досліджень встановлено, що залежності у поширенні нафтопродуктів у ґрунтовому покриві немає, а сам політант поширюється не систематично та хаотично. Проте залежність рівня концентрації від кута нахилу місцевості веде до збільшення концентрації зі зростанням гостроти кута.

6. Розроблено новий метод рекультивації бурових амбарів, який допомагає сповільняти та перешкоджає потрапляння нафтопродуктів у ґрунтовий покрив з потенційних джерел забруднення, а також передбачає можливість подальшого використання рекультивованих територій.

Качала Тарас Богданович

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Гринчишин Н. М. Реабілітація ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтопродуктів / Н. М. Гринчишин, О. Ф. Бабаджанова // Науковий вісник НЛТУ. – 2012. — Вип. 22.7. — С. 43–49.
- 2 Бабаджанова О. Ф. Роль сорбентів у ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту / О. Ф. Бабаджанова, Н. М. Гринчишин // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: зб. наук. праць. — 2010. — № 4. — С. 75–81.
- 3 Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В. В. Медведев // Антика. — 2002. — № 4. — С. 415–425.
- 4 Дмитрук Ю. М. Ґрунти Траянових валів: еволюційний та еколого-генетичний аналіз / Ю. М. Дмитрук, Ж. М. Матвійшина, І. І. Слюсарчук. — Ч. : Рута, 2008. — 228 с.
- 5 Дмитрук Ю. М. Геохімічні особливості ґрунтів агроландшафтів Передкарпаття / Ю. М. Дмитрук // Вісник аграрних наук. — 2005. — № 5. — С. 51–55.
- 6 Панас Р. Сучасні проблеми здійснення моніторингу ґрунтового покриття України / Р. Панас, М. Маланчук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. — 2013. — № 78. — С. 201–205.
- 7 Гетаном А. П. Земельний кодекс України / А. П. Гетаном, М. В. Шульга // Х. : Одісея, 2002. — 600 с.
- 8 Ніщинський А. Г. Моніторинг земель і прогнозування земельних ресурсів / А. Г. Ніщинський // Р. :, 1999. — 106 с.
- 9 Сохнич А. Я. Моніторинг земель: навч. посіб. / А. Я. Сохнич. — Л. : ЛДАУ, 1997. — 131 с.
- 10 Положення про моніторинг земель. // Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. Київ.— № 661.

11 Про охорону навколишнього природного середовища // Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. Київ.— № 785.

12 Моніторинг екзогенних геологічних процесів як складова моніторингу довкілля в Україні / А. В. Лущик, О. С. Романюк, М. І. Швирло, Є. О. Яковлев // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2002. — №1. — 73 с.

13 Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000 р. — К. : Мінекоресурсів, 2001. — 138 с.

14 Кукурудза С. Л. Моніторинг природних комплексів / С. Л. Кукурудза, Н. О. Гумницька, М. С. Нижник. — Л.: 1995. — 142 с.

15 Черняга П. Г. Використання ГІС-технологій в землевпорядному проектуванні / П. Г. Черняга // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва.— 2005. — С. 209–294.

16 Мошенський С. З. Економічний аналіз : підручник для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів / С. З. Мошенський, О. В. Олійник. — Ж. : Рута, 2007. — 704 с.

17 Адаменко О. М. Екологічне картування / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. — Івано-Франківськ : Полум'я, 2003. — 580 с.

18 Мурманцев В. С. Человек и природа: гармония или конфликт? / Мурманцев В. С., Юшкина Н. В. — М. : Советская Россия, 1985.

19 Государственный комитет Украинской ССР по охране природы „Охрана природы – задача всенародная ”. — Киев : Издательство полит. литературы Украины, 1987.

20 Адаменко Я. О. Програма охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 року / Я. О. Адаменко, М. М. Приходько, В. Ф. Головач // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2012. – № 1 (5). – С. 4–14.

21 Шедина Н. А. Моніторинг макроекономічних та галузевих показників./ Н. А. Шедина, Т. В. Богуславская, В. В. Полякова. — К. : Мінекономіка, 2001. – Вип. 2 — 106 с.

22 Білецький В. С. Мала гірнича енциклопедія / В. С. Білецький — Д. : Донбас, 2004. — 640 с.

23 Мирошниченко Н. Н. Принципы регламентации углеводородного загрязнения почв Украины / Н. Н. Мирошниченко // Почвоведение. — 2008. — № 5. — С. 614–622.

24 Міронова Н. Г. Фітомеліорація техногенних водойм Малого Полісся / Н. Г. Міронова. — Л.; 2015. — 40 с.

25 Соловьев В. И. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв / В. И. Соловьев, Г. А. Кожанова // Мир экологии. — 2004. — № 2. — С. 21–25.

26 Володимир К. Енциклопедія українознавства / Володимир К. — Наукове товариство імені Шевченка; Львів; Київ: Глобус, 1955—2003. Т. 4.— С. 1266.

27 Соромотин А. В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных (мезофауны) в таежных лесах Среднего Приобья / А. В. Соромотин // Сибирский экологический журнал. — 1995. — №6. — С. 549–552.

28. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / М. М. Мірошниченко, А. І. Фатєєв, Є. В. Панасенко, В. І. Якушко // Вісник аграрної науки. — 2002. — №10. — С. 52–54.

28 Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю. О.Абрамов, Є. М. Грінченко, О. Ю.Кірючкін [та ін.]. — Х. : АЦЗУ, 2005. — 530 с.

29. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В. М. Гольдберг, В. П. Зверев, Л. И. Арбузов [та ін.]. — М. : Наука, 2001. — 125 с.

30. Влияние нефтяного загрязнения на лесные биогеоценозы / А. В. Соромотин, С. Н. Гашев, М. Н. Гашева, Е. А. Быкова // Экология нефтегазового комплекса. — 1989. — С. 180-191.

31. Глазовская М. А. Состояние, динамика и диагностика почвенных экосистем, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и промышленными

водами / М. А. Глазовская // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. — 1988. — С. 7-50.

32. Фесенко І. М. Оцінка та контроль впливу відходів буріння нафтогазових свердловин на ґрунти / І. М. Фесенко, І. А. Решетов, М. М. Фесенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2003. — №3. — С. 36–40.

33. Агроэкологическая оценка нефтезагрязненных земель территорий ЛПДС / Ю. А. Мажайский, И. Ю. Давыдова, В. Ф. Евтюхин, К. Н. Евсенкин // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. Доклады четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Санкт-Петербург, 1999. — № 1. — С. 396–398.

34. Мірошніченко М. М. Зміни родючості ґрунту при вуглеводневому забрудненні / М. М. Мірошніченко // Вісник аграрної науки. — 2002. — №10. — С. 52–54.

35 Клімова Н. Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку / Н. Клімова // Вісник Львівського університету. — 2006. — № 33. — С. 144–151.

36. Снітинський В. В. Ґрунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки / В. В. Снітинський, В. Ф. Якобенчук. — Л. : Аверс, 2006. — 312 с.

37 Абросімов А. А. Екологія переробки вуглеводневих систем / А. А. Абросімов, М. Ю. Доломатова, Р. Теляшева. — М. : Хімія, 2002. — 608 с.

38 Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель / С. А. Алиев, Д. В. Гвозденко, М. П. Бабаев, Д. А. Гаджиев. — Баку : Элм, 1981. — 26 с.

39 Андресон Р. К. Вивчення чинників, які впливають на біорозклади нафти у ґрунті / Р. К. Андресон, Л. А. Пропадушая // Корозія і захист нафтогазовидобувної промисловості. — 1979. — №3. — С. 30–32.

40 Давидова С. Л. Нафта як паливний ресурс і забруднювач довкілля / С. Л. Давидова, В. І. Тагасов. — М. : РУДН, 2004. — 131 с.

41 Исмаилов Н. И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель / Н. И. Исмаилов, Ю. И. Пиковский // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. — М.: Наука, 1988. — С. 222–236.

42 Охорона навколишнього середовища на підприємствах нафтової та газової промисловості / Р. Є. Панов, Г. Е. Панов, Л. Ф. Петряшин, Г. Н. Лисяний. — М. : Надра, 1986. — 244 с.

43 Середина В. П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В. П. Середина. — Томск : Томский политехнический университет, 2006. — 269 с.

44 Горникова С. В. Влияние нефти на физико-химические свойства почв нефтегазоносных районов Томского Севера / С. В. Горникова, В. П. Середина. — Томск : АН СССР, 1985.

45 Гендрин А. Г. Мониторинг природной среды на объектах нефтегазового комплекса / А. Г. Гендрин // Экология. — 2006. — №. 2. — С. 1–123.

46 Глазовская М. А. Технобиогеомы — исходные физико-географические объекты ландшафтно-геохимического прогноза / М. А. Глазовская // Вісник МГУ. — 1972. — № 5. — С. 3–8.

47 Положення про «моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України 26.02.2004. — N 51

48 ст. 168 Земельного кодексу України від 25 жовтня 2001 року ґрунти земельних ділянок визнано об'єктом особливої охорони.

49 Положення про «державну систему моніторингу довкілля» від 30 березня 1998 року № 391,

50 Василенко П. А. Анализ современных отечественных и зарубежных концепций производственного экологического мониторинга нефтегазового

комплекса и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на этих объектах / П. А. Василенко, С. Г. Корниенко. — М. : НПНГ, 1997. — 33 с.

51 Рамаді Ф. Основы прикладной экологии / Ф. Рамаді. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1981. — 544 с.

52 Владимиров А. М. Охрана окружающей среды / А. М. Владимиров. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1991. — 423 с.

53 Ревелль П. Среда нашего обитания. Том 3. Энергетические проблемы человечества / П. Ревелль, Ч. Ревелль. — Москва : Мир, 1995. — 356 с.

54 Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля (моніторинг нафтогазоносних територій) / О. М. Крайнюков, А. Н. Некос. — Х. : Фоліо, 2015. — 203 с.

55 Глазовская М. А. Факторы устойчивости биогеоценозов к техногенным воздействиям и критерии экологического нормирования / М. А. Глазовская. — Пушино, 1984. — 426 с.

56 Глазовская М. А. Комплексное районирование территории СССР по типам возможных изменений природной среды при нефтедобыче / М. А. Глазовская, Ю. И. Пиковский, Т. И. Коронцевич. — М. : Мысль, 1983. — 395 с.

57 Маковский В. И. Влияние нефтезагрязнений на растительный покров и торфяную залежь олиготрофных болот / В. И. Маковский. — Свердловск : УрО АН СССР, 1989. — 256 с.

58 Аكوпова Т. С. Экология, нефть и газ / Т. С. Аكوпова, А. Н. Гриценко, В. М. Максимов. — М. : Наука, 1997. — 366 с.

59. Охорона ґрунтів / М. К. Шикунла, О. Ф. Гнатенко, Л. Р Петренко, П. В. Капштик. — К. : Знання, КОО, 2001. — 398 с.

60 Абрамов Ю. О. Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю. О. Абрамов, Є. М. Грінченко, О. Ю. Кірючкін. — Х. : АЦЗУ, 2005. — 530 с.

61 Некос В. Ю. Екологічні проблеми забруднення компонентів природного середовища нафтопродуктами / В. Ю. Некос, О. М. Крайнюков // I-й Всеукраїнський з'їзд екологів : міжнар. наук.-техн. конф. : тези допов. — 237 с.

62 Качала Т. Б. Дослідження забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування науково-технічний журнал. Спецвипуск. — 2014. — С. 5–9.

63 Франчук Г. М. Урбоекологія і техноекоекологія / Г. М. Франчук, В. М. Ісаєнко, О. І. Запорожець. — К. : НАУ, 2007. — 200 с.

64 Ісаєнко В. М. Екологія та охорона навколишнього середовища / В. М. Ісаєнко, В. М. Криворотько, Г. М. Франчук. — К. : НАУ, 2006. — 192 с.

65 Баженов В. А. Інженерна екологія / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін. — К. : НАУ, 2006. — 492 с.

66 Мартино Дж. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання / Мартино Дж. — М. : Прогресс, 1997. — С. 591.

67 Литвак Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализ / Б. Г. Литвак. — М. : Радио и связь, 1982. — 184 с.

68 Китаев Н. Н. Групповые экспертные оценки / Н. Н. Китаев. — М. : Знание, 1975. — 64 с.

69 Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гуревич. — М. : Статистика, 1980. — 263 с.

70 Мартино Дж. Технологическое прогнозирование / Дж. Мартино. — М. : Прогресс, 1997. — 591 с.

71 Адаменко Я. О. Експертна модель забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала // Екологічна безпека. Кременчуг — 2014. — №2. — С. 62–66.

72 Румунсько-Українська транскордонна мережа: управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами. — Івано-Франківськ: Голіней, 2015. — 100 с.

73 Управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами: технічна оцінка та відновлення забруднених нафтопродуктами ґрунтів. Румунсько-Українська транскордонна мережа. — Івано-Франківськ. : ПП Супрун В. П., 2015. — 100 с.

74 Музичко І. І. Нафта і газ України / І. І. Музичко. — К. : Вісник НАН України, ВАТ «Укрнафта», 1997. — 18 с.

75 Гайко Г. І. Історія гірництва / Г. І. Гайко, В. С. Білецький. — Київ-Алчевськ : Києво-Могилянська академія, ЛАДО, ДонДТУ, 2013. — 542 с.

76 Шпак О. Г. Нафта та нафтопродукти / О. Г. Шпак. — К. : Ясон-К, 2000. — 370 с.

77. Горючі корисні копалини України / В. А. Михайлов, М. В. Курило, В. Г. Омельченко [та ін.]. — К. : КНТ, 2009. — 376 с.

78 Забруднення ґрунтового покриву відходами буріння та експлуатація нафтогазових свердловин виснажених родовищ : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2013», м. Івано-Франківськ, 7-11 жовтня 2013 р. — С. 325–328.

79 Качала Т. Б. Ризики забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами на Прикарпатті / Т. Б. Качала // Екологічна безпека. Кременчуг. — 2013. — №1. — С. 186–190.

80 Качала Т. Б. Безпечний розвиток природних і антропогенно-модифікованих геосистем / Качала Т.Б. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-технічний журнал. — Івано-Франківськ : Голіней. — 2014. — №2. — С. 162–163.

81 Прогноз забруднення нафтопродуктами транскордонних територій / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала, А.-М. Дескалеску, В. Орос // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-технічний журнал Івано-Франківськ : Голіней. — 2014. — № 1. — С. 4–8

82 Качала Т. Б. Дослідження забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-технічний журнал. Спецвипуск. — Івано-Франківськ. — 2014. — С. 5–9.

83 Румунсько-Українська транскордонна мережа: управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами. — Івано-Франківськ : ПП Голіней О. М., 2015. — 100 с.

84 Управління земельними ділянками забрудненими нафтопродуктами : технічна оцінка та відновлення забруднених нафтопродуктами ґрунтів // Румунсько-Українська транскордонна мережа : посібник. — Івано-Франківськ : ПП Супрун В. П., 2015. —100 с.

85 Handbook management of the contaminated sites with oil products depollution and fertilization technologies Romania-Ukraine cross border area area edtiura risoprint cluj-пароса 2015–100 с.

86 Мониторинг ґрунтового Покрова, загрязненного нефтепродуктами на примере территории Прикарпаття : материалы XIII студенческой международной заочной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» (31 октября 2013 г.). — Новосибирск : Изд. «СибАК», 2013. — 226 с.

87. Качала Т. Б. Екологічний моніторинг ґрунтового покриву Прикарпаття забрудненого нафтою та нафтородуктами / Т. Б. Качала // Екологічна безпека держави Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів (16-18 квітня 2013 року) Київ. – С. 145–149.

88 Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами / Т. Б. Качала // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр., г. Днепропетровск, 2013. — № 70. — С. 109–115.

89 Качала Т. Б. Забруднення ґрунтового покриву відходами буріння та експлуатація нафтогазових свердловин виснажених родовищ / Т. Б. Качала // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2013», 7-11 жовтня 2013 р., м. Івано-Франківськ. – С. 325–328.

90 Качала Т. Б. Експертна модель забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Я. О. Адаменко, Т. Б. Качала // Кременчук, 2014, Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського. Екологічна безпека, №2/2014 (18). – С.62–66.

91 Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покриву виснажених нафтогазових родовищ / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване

ресурсокористування науково-технічний журнал, Івано-Франківськ 2016 (№2). – С. 40–44.

92 Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами / Т. Б. Качала // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017 збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення екологічного факультету М.Харків, 19-22 квітня 2017. – С. 109–111.

93 Качала Т. Б. Моніторинг ґрунтового покрива забрудненого нафтопродуктами на прикладі території Прикарпаття / Т. Б. Качала, Н. З. Одосий // XIII Студенческая международная конференция «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки», 31 октября 2013г., г. Новосибирск, Россия. – С. 125–131.

94 Качала Т. Б. Проблема організації моніторингових спостережень ґрунтового покриву Прикарпаття забрудненого нафтою / Т. Б. Качала // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали II Міжнародної конференції студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених (5-6 грудня 2013 року, м. Харків). – Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2013. – С. 183–184.

95 Kachala T. Expert evaluation of oil product contaminated land plots in Ivano-Frankivsk region / Y. Adamenko, M. Prykhodko, T. Kachala // International multidisciplinary conference 11edition edition dedicated to the celebration of 75 years of academician professor dr. h. c. (multi) eugen pay, ph.d., may 20-22, 2015 papers Baia Mare, Romania Nylregyhaza, Hungary. 2015. – P. 11–15.

96 Kachala T. Results of experimental research of oil and oil product content at different depths in the soil of hydrocarbon deposits / Y. Adamenko, J. Murava, T. Kachala // International multidisciplinary conference 11edition Edition dedicated to the celebration of 75 years of academician professor dr. h. c. (multi)

eugen pay, ph.d., may 20-22, 2015 papers Baia Mare, Romania Nylregyhaza, Hungary. 2015. – P. 77–83.

97 Качала Т. Б. Загрязнение почвенного покрова отходами бурения и эксплуатации нефтегазовых скважин на истощенных месторождениях / Т. Б. Качала // Доклады V Международной научной конференции «Геоэкологические проблемы современности», 8 ноября 2013г., г.Владимир, Россия. – С. 42–44.

98 Purification of natural water from organic substances using magnetic treatment / I. Roy, L. Plyatsuk, Y. Adamenko, T. Kachala // Buletin Științific al Universității de Nord Baia Mare Seria D, Exploatări Miniere, Prepararea SMU, Metalurgie Neferoasă, Geologie și Ingineria Mediului, vol. XXVII, Nr. 1, 2013. — С. 121–125.

99 Study of chemical reaction kinethic of dinitrogen tetraoxide in nitric acid with urea solution / A. Ableyev, S. Bolshanina, S. Vakal, M. Malyovany, T. Kachala // Buletin Științific al Universității de Nord Baia Mare Seria D, Exploatări Miniere, Prepararea SMU, Metalurgie Neferoasă, Geologie și Ingineria Mediului, vol. XXVII, Nr. 1, 2013.—С. 117–121.

100 Качала Т. Б. Забруднення ґрунтового покриву відходами буріння та експлуатація нафтогазових свердловин виснажених родовищ / Т. Б. Качала // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика 2013», 7-11 жовтня 2013 р., м. Івано-Франківськ. — С. 325–328.

101 Качала Т. Б. «Загрязнение почвенного покрова отходами бурения и эксплуатации нефтегазовых скважин на истощенных месторождениях / Т. Б. Качала // Доклады V Международной научной конференции «Геоэкологические проблемы современности», 8 ноября 2013г., г. Владимир, Россия. – С. 42–44.

102 Качала Т. Б. Ризики забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами на Прикарпатті / Т. Б. Качала // Екологічна безпека, Кременчук. — 2013. —№1. – С. 186–190.

103 Прогноз забруднення нафтопродуктами транскордонних територій / Я. Адаменко, А.-М. Дескалеску, В. Орос, Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-технічний журнал. — Івано-Франківськ : Голіней, 2014. — № 9. — С. 5–11.

104 Качала Т. Б. Дослідження забруднених нафтопродуктами земельних ділянок Івано-Франківської області / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування науково-технічний журнал, Івано-Франківськ спецвипуск 2014. – С. 4–9.

105 Методика виявлення нафтопродуктів у пробах ґрунту ДСТУ Б В.2.1-16:2009.ГОСТ 17478.1-85., ГОСТ 305– 82 с.

106 Методика виявлення нафтопродуктів у пробах ґрунту методом спектрометрії ДСТУ 3962-2000 (ГОСТ 12.4.137-2001) 17478. - С. 1-85.

107 Клімова Н. Деякі питання методики оцінки стану забруднення ґрунтів унаслідок нафтогазовидобутку / Н. Клімова // Вісник Львівського університету. — 2006. — № 33. — С. 144–151.

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

109 Писаренко П. В. Особливості впливу поліциклічних ароматичних вуглеводнів в об'єктах навколишнього середовища / П. В. Писаренко, Л. А. Колеснікова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2004. – №1. — С. 107–112.

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

111 Каменщиков Ф. А. Нефтяные сорбенты / Ф. А. Каменщиков, Е. И. Богомольный. — Москва–Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. — 268 с.

112 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.

113 Деклараційний патент на корисну модель UA74018 U. Заявка u201204835 від 17.04.2012, Опубліковано 10.10.2012, бюл. №19, 2012 р.

114. Деклараційний патент на винахід UA 48471U. Заявка 2001085956 від 27.08.2001, Опубліковано 15.08.2002, бюл. №8, 2002 р.

115 Деклараційний патент на винахід UA 79436 U. Заявка 2004032026 від 18.03.2004, Опубліковано 25.06.2007, бюл. №10 2005 р.

116 Пат. UA 103876 U (u201503770) Україна, МПК В09С 1/10 (2006/01). Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару / Качала Т. Б.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. заявл. 21.04.2015., опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1, 2016 р.

117 Качала Т. Б. Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару / Т. Б. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-технічний журнал. — Івано-Франківськ : Голіней, 2016. — №1. — С. 52–57.

ДОДАТКИ

Качала Тарас Богданович

Додаток А



Затверджую
 проректор з науково-
 педагогічної роботи
 Івано-Франківського національного
 університету нафти і газу
 проф. *[Signature]* О. М. Мандрик

«31» жовтня 2016 р.

АКТ

Використання в навчальному процесі результатів дисертаційних досліджень
 Качали Тараса Богдановича «Екологічний моніторинг ґрунтового покриву
 виснажених нафтогазових родовищ Прикарпаття»

Основні положення та результати дисертаційного дослідження Качали Тараса Богдановича на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук впроваджені в навчальний процес та застосовуються при підготовці бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт, викладанні дисциплін «Ґрунтознавство», «Техноекологія», «Моніторинг навколишнього середовища», «Процеси рекультиватії навколишнього середовища», «Комп'ютерна обробка екологічної інформації» для студентів спеціальностей 101-Екологія, 183-Технологія захисту навколишнього середовища, 6.040106-Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування, 8.04010601 Екологія та охорона навколишнього середовища, 8.04010604 Екологічний контроль та аудит. Зокрема, у навчальному процесі впроваджено запропоновані Качалою Т. Б.:

- методи моніторингу ґрунтового покриву забрудненого нафтопродуктами (дисципліни «Моніторинг навколишнього середовища», «Ґрунтознавство»);
- методи рекультиватії бурових амбарів та шламосховищ (дисципліни «Техноекологія», «Процеси рекультиватії навколишнього середовища»);
- методи використання відходів у процесі рекультиватії ґрунтового покриву (дисципліни «Техноекологія», «Ґрунтознавство»);
- розроблення схем моніторингу для дослідження ґрунтового покриву (дисципліни «Моніторинг навколишнього середовища», «Комп'ютерна обробка екологічної інформації»);
- методи визначення рівня концентрації вуглеводнів у ґрунтовому покриві (дисципліни «Техноекологія», «Процеси рекультиватії навколишнього середовища»).

Завідувач кафедри
 екології
 д. т. н., професор

[Signature]
 Я. О. Адаменко

Заст. завідувача кафедри
 екології
 к. т. н., доцент

[Signature]
 М. М. Орфанова

Качала Тарас Богданович

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник НГВУ

«Долина нафтогаз»

Гой М. Д.

2017р.



АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

про впровадження результатів дисертаційного дослідження Качали Т. Б. на тему «Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами»

Ми, що нижче підписалися, засвідчуємо, що результати дисертаційних досліджень Качали Тараса Богдановича в частині результатів науково-дослідної роботи теми «Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами» впроваджені і застосовуються наступні результати:

1. Використання комбінованих стінок в конструкції бурового амбару дозволило зменшити рівень міграції нафтопродуктів у профілі ґрунту.
2. Використання додаткового наповнювача у вміст амбару у вигляді золи дозволило подальше використовувати його територію за рахунок відсутності просідання кришки.
3. Комбіноване використання сорбенту (золи) та різнотипних стінок дозволяє розпочати процес рекультивациі бурового амбару одразу ж після початку його експлуатації.

Застосування науково-практичних результатів досліджень «Спосіб створення екологічної модифікації нафтошлямового амбару, як головний метод зниження рівня забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами» дозволило підвищити рівень екологічної безпеки ґрунтового покриву на виснажених нафтогазових родовищах. Даний метод дозволить якісно рекультивувати бурові амбри а також пришвидшити процеси відновлення територій задіяних у бурінні та мінімізує міграцію вуглеводнів у профілі ґрунту.

Головний інженер - перший заступник

Яремко І. Я.

Начальник служби екологічної та радіаційної безпеки

Корчак І. П.

Головний технолог

Штеньович В. М.