

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ВПЛИВ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАН ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ СУМІЖНИХ ТЕРИТОРІЙ

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____/Хоменко А.С./

(прізвище та ініціали)

Керівник _____/проф. Крайнюков О.М./

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»

Зав. кафедри _____/проф.Некос А. Н./

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтролер _____/інж. Дюкова В. В./

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Секретар ДЕК _____ / _____ /

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Харків – 2020 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Каразінський навчально-науковий інститут екології
Факультет екологічний
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. А. Н. Некос
підпис ініціали, прізвище

«28» 05 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Хоменко Артема Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Тема роботи «Вплив нафтопереробного підприємства на стан ґрунтового покриття суміжних територій»

керівник роботи Крайнюков Олексій Миколайович, д-р геогр. наук, проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету “__” 20 року №__

2. Строк подання студентом роботи

3. Перелік питань, які потрібно розробити :

1. Здійснити характеристику діяльності нафтогазових підприємств як джерел техногенної небезпеки;

2. Опрацювати методику визначення фітотоксичності ґрунтів;
Провести експериментальні дослідження з визначення фітотоксичності ґрунтів в межах знаходження нафтовидобувних свердловин;

3. Зробити аналіз отриманих даних про рівень забруднення ґрунтового покриву, розробити рекомендації щодо поліпшення стану довкілля.

4. Охарактеризувати теоретичну можливість імплементації запропонованих природоохоронних заходів з відновлення рівноваги екосистеми.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літературних джерел щодо проблеми вуглеводневого забруднення довкілля.
2	Обґрунтування методів та відбір методик проведення дослідження.
3	Здійснення польового та лабораторного етапів дослідження ґрунтів на фітотоксичні властивості
4	Обробка та аналіз результатів досліджень впливу функціонуючого нафтовидобувного підприємства на якість ґрунтів.
5	Розробка рекомендації щодо природоохоронних заходів з відновлення стану локальної екосистеми, забрудненої нафтопродуктами
6	Проведення огляду теоретичних можливостей реалізації програми зі стабілізації природного стану ґрунтів
7	Формування загальних висновків кваліфікаційної роботи.
8	Оформлення списку літературних джерел згідно встановлених вимог.

5. Дата видачі завдання _____

Студент

_____ підпис

А.С. Хоменко

_____ ініціали, прізвище

Керівник роботи

_____ підпис

проф. О. М. Крайнюков

_____ ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

ВПЛИВ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАН
ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ СУМІЖНИХ ТЕРИТОРІЙ

Хоменко А. С.

У сучасних умовах, коли процес інтенсифікації видобування паливно-енергетичних копалин в Україні став одним із найважливіших завдань державної політики, вирішення проблеми екологічної безпеки на територіях, прилеглих до нафтогазовидобувних та переробних підприємств, набуває надзвичайної актуальності. При цьому нерентабельні та відпрацьовані свердловини з видобутку енергоносіїв консервуються і відходять у минуле, залишаючи нащадкам лише отруйний слід попереднього застосування території.

Мета кваліфікаційної роботи – визначення впливу виробничої діяльності нафтопереробного підприємства на екологічний стан ґрунтового покриву, пошук методів вирішення виявлених проблем.

За результатами експериментальних досліджень на потенційно забрудненій території було встановлено рівень токсичності ґрунтів із досліджуваних ділянок. Аналіз отриманих результатів визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та їх фітотоксичних властивостей показав, що такі властивості визначалися у 3/4 відібраних проб, подекуди отримані дані викликають напрочуд високого рівня занепокоєння. Згідно з вище перерахованим було сформовано концепцію природоохоронних заходів, що мали б максимальний успіх на даній території.

НАФТОПРОДУКТИ, ВУГЛЕВОДНЕВЕ ЗАБРУДНЕННЯ,
МОНІТОРИНГ, БІОТЕСТУВАННЯ, ФІТОТОКСИЧНІСТЬ.

ANNOTATION
INFLUENCE OF OIL REFINING
ENTERPRISES ON THE CONDITION OF SOIL COVERING OF
ADJACENT TERRITORIES

Khomenko A. S.

The purpose of this work is to investigate the impact of the production activity of an oil refinery enterprise on the ecological condition of the soil cover. Environmental problems are particularly acute in the event of emergencies due to the loss of large volumes of petroleum products through the corrosion of reservoirs, unauthorized extraction of oil and condensation from the pipelines, so the relevance of this study is constantly significant.

The objective of this study is to determine the ecological and toxicological properties of soils that have been selected from the area contaminated with petroleum products and establish possible regularity in the spatial distribution of hydrocarbon pollution within the study area.

According to the results of these experiments, the toxicity levels in the water extraction of soils from the study sites were established. Analysis of the results obtained for determining the content of petroleum products in soils and their phytotoxic properties showed that among the 36 samples of soils sampled within the study sites, the highest content of petroleum products was 118 mg/kg. The phytotoxic properties of the soils were determined in 3/4 of the samples selected.

PETROLEUM PRODUCTS, CARBON POLLUTION, MONITORING,
BIOTESTING, PHYTOTOXICITY.

АННОТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРИТОРИЙ

Хоменко А. С.

Решение проблемы экологической безопасности на территориях, прилегающих к нефтегазодобывающим и перерабатывающим предприятиям, в 21-м веке приобрёл чрезвычайную актуальность. Сегодня нерентабельные и отработанные скважины по добыче энергоносителей консервируются и уходят в прошлое, оставляя потомкам лишь ядовитый след предыдущего применения территории.

Цель квалификационной работы – определение влияния производственной деятельности нафтоперевозного предприятия на экологическое состояние почвенного покрова, поиск методов решения обнаруженных проблем.

По результатам экспериментальных исследований на потенциально загрязненной территории было установлено уровень токсичности почв с исследуемых участков. Анализ полученных результатов определения содержания нефтепродуктов в почвах и их фитотоксичных свойств показал, что такие свойства определялись в 3/4 отобранных проб, иногда полученные данные вызывают высокий уровень беспокойства. Согласно выше перечисленного было сформировано концепцию природоохранных мероприятий, которые будут иметь успех на данной территории.

НЕФТЕПРОДУКТЫ, УГЛЕВОДОРОДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ,
МОНИТОРИНГ, БИОТЕСТИРОВАНИЕ, ФИТОТОКСИЧНОСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Нафтогазові підприємства як об’єкти техногенної небезпеки.....	10
1.2 Загальна характеристика території дослідження.....	14
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	17
2.1 Фізико-хімічні методи дослідження.....	17
2.2 Біологічні методи дослідження.....	18
2.3 Польові методи дослідження.....	20
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ.....	22
3.1 Співставлення результатів визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах із їх фітотоксичністю.....	22
3.2 Природоохоронні заходи з відновлення стану локальної екосистеми, що забруднена нафтопродуктами.....	27
3.3 Економічні перешкоди інтеграції сформованої стратегії зі стабілізації стану довкілля.....	35
ВИСНОВКИ.....	37
·	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39
ДОДАТКИ.....	42

ВСТУП

Відповідно до статті 45 „Охорона довкілля у процесі користування нафтогазоносними надрами” Закону України «Про нафту і газ» суб’єкти господарської діяльності, що здійснюють користування нафтогазоносними надрами, видобуток, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію нафти, газу та продуктів їх переробки, повинні дотримуватися вимог законодавства про охорону довкілля, нести відповідальність за його порушення і здійснювати заходи, спрямовані на зменшення шкідливого впливу на довкілля. Це обумовлено тим, що у даному випадку має місце площадне надходження в природне середовище вуглеводневих забруднень. У зв’язку з цим розробка нафтогазоносних родовищ традиційно розглядається як одна з найбільш екологічно небезпечних для довкілля галузей виробничої діяльності [1].

Вирішення проблем забруднення довкілля нафтопродуктами та побічними речовинами їх видобутку або використання котується підвищеною актуальністю, адже наразі людство перебуває на піку розвитку нафтовидобувної промисловості, де економічна складова стоїть кількома сходинками вище екологічної. Парадоксальним є те, що концепція сталого розвитку навіть високорозвинених країн не забезпечується повним чином, зважаючи на наявність очевидних прогалин у сфері формування собівартості нафтопродуктів та вартості їх збуту, де екологічна складова представлена поверхнево або відсутня взагалі, що викликає великі занепокоєння, особливо у період нафтової кризи на фоні поширення вірусу COVID-19, що може бути причиною виникнення фінансової діри.

Темою дипломного дослідження виступає оцінка впливу виробничої діяльності нафтопереробного підприємства на екологічний стан ґрунтового покриву.

Мета дослідження – вплив виробничої діяльності нафтопереробного підприємства на екологічний стан ґрунтового покриву.

Об'єкт дослідження – забруднені вуглеводнями ґрунти у межах техногенного забруднення.

Предмет дослідження – особливості вуглеводневого забруднення ґрунтів.

Основна гіпотеза (постановка проблеми) дослідження полягає у присутності забруднених нафтопродуктами територій та визначенні практичних моментів локалізації та ліквідації виявлених проблем.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

1) Дати характеристику нафтогазовій промисловості в цілому та території дослідження на предмет наявності техногенної небезпеки;

2) Згідно обраних експериментальних методик визначити еколого-токсикологічні властивості ґрунтів, які було відібрано із забрудненої нафтопродуктами території;

3) встановити можливу закономірність вмісту нафтопродуктів у ґрунтах із їх фітотоксичністю, пояснивши просторове поширення забруднюючих речовин;

4) охарактеризувати рекомендовані природоохоронні заходи з відновлення стійкості локальної екосистеми, рівновага якої була порушена, проаналізувати можливі проблеми або перешкоди імплементації еколого-стабілізуючих мір.

Методи дипломного дослідження: методика біотестування для визначення фітотоксичності ґрунтів, флюорометричний метод визначення концентрації нафтопродуктів, статистичний аналіз, геоінформаційний метод (обробка просторових даних дистанційного зондування), критичний аналіз інформаційних джерел.

Інформаційною базою для виконання кваліфікаційної роботи послужили матеріали наукової, науково-популярної літератури, фондові матеріали державних установ і організацій, інтернет-ресурсів, а також

національні законодавчі та нормативні акти у сфері нафтовидобування та його можливих негативних наслідків, дані супутникових знімків.

Наукова новизна одержаних результатів обґрунтовується поглибленою оцінкою діяльності нафтогазового підприємства на предмет екологічної шкоди, актуальністю проведених польових експериментів (не більше 1-го року від першого експерименту), точністю вимірів вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та експериментів з визначення фітотоксичності.

Практичне значення результатів визначається можливістю їх застосування для констатації у державних звітах зі стану довкілля, а також вірогідному формуванні стратегії відновлення забруднених ділянок шляхом використання отриманих даних з кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Нафтогазові підприємства як об'єкти техногенної небезпеки

Нафтогазовидобувна та переробна галузі є багатофункціональними зі складними взаємозв'язками технологічних процесів, на всіх стадіях яких може проявлятися небезпечний вплив на стан навколишнього природного середовища, що згодом негативно відобразиться на функціонуванні живих організмів, в тому числі і на здоров'ї людини.

Нафтогазовий промисел являє собою комплекс виробничих споруд, розкинутих окремо один від одного на певній території, але взаємопов'язаних між собою системами трубопроводів та енергопередач. До основних споруд нафтогазопромислу відносяться свердловини (бурові, експлуатаційні, нагнітальні, спостережні), компресорно-насосні станції, нафтогазосховища, установки з первинної підготовки нафти і природного газу, різні амбари, відстійники та ін. Загальні території нафтогазовидобувної та переробної галузей займають площі в десятки і сотні квадратних кілометрів, більша частина з яких взагалі не вилучена із сільськогосподарського землекористування. Кожне із перелічених виробництв і споруд є потенційним джерелом техногенних потоків нафтопродуктів, які можуть забруднювати навколишнє природне середовище, пересікаючись між собою у просторі та часі і виходячи за межі промислу [2].

Зважаючи на різноплановість усіх галузей нафтогазової промисловості та важкість цілісно вирішувати проблеми з впливом на довкілля, галузь стала однією з найбільших промислів, що створюють техногенну небезпеку різних ієрархічних рівнів. Негативного вплив підприємств нафтодобування зазнають атмосферна, водна та ґрунтова складова середовища. Щорічно галуззю викидається шкідливих речовин до 1650 тис. т. Основна частка викидів (98%) припадає на рідкі та газоподібні речовини.

Першим забруднюючим об'єктом в ланцюжку видобування є місце розташування свердловин, нафтодобувного обладнання і первинної підготовки нафти до транспортування. Негативний вплив на навколишнє середовище тут проявляється в таких аспектах:

- 1) вилучення земельних ресурсів для будівництва свердловин, очисних споруд, накопичувальних резервуарів, транспортних комунікацій, житла тощо, порушення та забруднення земель;
- 2) викиди газоподібних речовин в атмосферу;
- 3) вилучення з нафтою високомінералізованих супутніх вод, та скид їх в пониження рельєфу;
- 4) аварійні розливи нафти з наступним випаровуванням [3].

Характерними забруднюючими речовинами, які утворюються в процесі видобування нафти є вуглеводні (основна частина, 48% сумарного викиду в атмосферу) оксиди вуглецю (33%), тверді речовини (20%). Забруднення нафтою води і ґрунту трапляється при аварійних ситуаціях на видобувних установках, в особливості на морських бурових платформах, а також під час транспортування нафти танкерним флотом, залізничними цистернами і трубопроводами. При цьому головними джерелами забруднення геологічного середовища нафтопродуктами є розливи нафти і нафтопродуктів, стічні води і викиди нафтоперегінних заводів і нафтохімічних підприємств [3].

При вуглеводневому забрудненні території створюються техногенні міграційні потоки нафтопродуктів, основне навантаження від яких приймають ґрунти, підземні та поверхневі води.

При забрудненні нафтопродуктами ґрунтів відбуваються порушення екологічної рівноваги в геосистемі, зниження продуктивності земель, зміна морфологічних характеристик та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, створюється загроза потрапляння нафтопродуктів у підземні та поверхневі води [4].

Вуглеводневе забруднення геологічного та суміжних з ним середовищ має свої особливості за характером впливу на екосистеми у зв'язку з тим, що

нафтопродукти мають багатокomпонентний різноманітний хімічний склад. Основними характеристиками складу нафтопродуктів, які визначають їх вплив на екологічний стан території і на біотичну складову екосистем, є вміст легкої фракції циклічних вуглеводнів, твердих парафінів, смол, асфальтенів та сірки. Легка фракція нафтопродуктів – це прості низькомолекулярні метанові (алкани), нафтенові (циклопарафіни) та ароматичні вуглеводні. Метанові вуглеводні, володіючи наркотичними властивостями, чинять токсичну дію на ґрунтові і водні організми. До циклічних належать нафтенові та ароматичні вуглеводні. Загальний вміст нафтенових вуглеводнів у складі нафтопродуктів змінюється від 35 до 60 %; вміст ароматичних вуглеводнів складає від 20 до 40 %, основна маса яких належить бензолу. Ароматичні вуглеводні – найбільш токсичні компоненти. Наслідки вуглеводневого забруднення природного середовища визначаються сукупністю факторів: кількістю та хімічним складом нафтопродуктів, характером взаємодії абіотичних умов та біотичної складової екосистем. Від сукупної дії цих факторів залежить, адаптується екосистема до вуглеводневого навантаження, чи буде деградувати [2].

Однією з головних небезпек видобування нафти на морському шельфі є вилив нафти у навколишні води, що виникає внаслідок порушень умов техногенної безпеки на промисловому об'єкті. Нафтопродукти, потрапляючи у воду, розтікаються по ній тонкою плівкою, утворюючи величезні плями, які займають сотні квадратних кілометрів, обмежують потрапляння кисню у воду, що стає причиною смерті морських гідробіонтів, а при вмісту нафтопродуктів у воді понад 0,005 мг/л екосистеми не здатні нормально функціонувати [3].

Особливістю нафтохімічного забруднення є утворення вуглеводнями та продуктами їх розпаду токсичних сполук, що впливають, насамперед, на стан родючості ґрунтів зони аерації та підземних вод. Встановлено експериментально, що період відновлення ґрунтово-рослинного покриву після їх забруднення нафтою в кількості 12 л/м³ складає від 10 до 15 років

залежно від кліматичних та ландшафтно-геохімічних особливостей території. При захороненні ґрунтів, забруднених нафтою, зростають строки їх очищення, оскільки біологічний розклад вуглеводнів прямо залежить від надходження кисню. На місцевому рівні здійснюється вплив електромагнітних і шумових полів антропогенного походження та радіоактивних полів природного походження, які можуть викликати негативні наслідки та різні захворювання (особливо при забрудненні атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод і продуктів харчування радіонуклідами), що зумовлено насамперед підняттям на поверхню солей торію і радію в процесі видобутку нафти. Також нафтопромислова інфраструктура може спричинити погіршення естетичності сприйняття довкілля через наявність техногенних об'єктів, через шумове та ароматичне забруднення. Хоча ці явища є тимчасовими і мають локальний характер, умови циркуляції повітря можуть сприяти поширенню цих проблем до населених пунктів. Значною проблемою нафтовидобувної промисловості є те, що в процесі застарілої технології нафтовидобування, земельні котловани перетворюються в заболочені ділянки, озера, в яких водні ресурси перенасичуються вуглеводнями, нафтовими фракціями та їх структурними елементами. Проблема полягає в тому, що ці озера існують довгий час, і, наразі представляють вкрай серйозну екологічну небезпеку для здоров'я населення[5].

Беручи до уваги земельну складову варто відмітити, що ґрунти вважаються забрудненими нафтопродуктами, якщо концентрація нафтопродуктів досягає рівня, при якому: починається пригнічення або деградація рослинного покриву; падає продуктивність сільськогосподарських земель; порушується екологічна рівновага у ґрунтовому біоценозі; відбувається вимивання нафтопродуктів з ґрунтів у підземні або поверхневі води. На сьогоднішній день органи державної влади зацікавлені в розробці і впровадженні нових методів та управлінських рішень, пов'язаних з показниками екологічної стійкості регіону в місцях видобутку нафти. При

цьому повинні враховуватися чинники, які впливають на екологічну ситуацію як держави загалом, так і місцевого розвитку [5].

1.2 Загальна характеристика території дослідження

На території басейну р. Сів. Донець одним із головних джерел імпактної дії на довкілля є Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти (ВПКН), яке підпорядковано ДК «Укргаздобича» і розташовано в Балаклійському районі поблизу с. Андріївка. Шебелинське ВПКН здійснює переробку природного газу і газового конденсату. Продукцією Шебелинського ВПКН є бензин, мазут і бітум. За своїми функціональними особливостями це підприємство можна віднести до точкового джерела забруднення нафтопродуктами прилеглої до нього території.

Потенційними джерелами забруднень підземних і поверхневих вод є можливі витoki нафтопродуктів з установок комплексної переробки газу та газоконденсату, газоконденсатопроводи, експлуатаційні газоконденсатні свердловини, а також можливе порушення технології бурових робіт при бурінні газоконденсатних та водних свердловин. Прикладом реалізованої загрози є ситуація, яка склалася на території Шебелинського відділення з переробки газового конденсату в с. Андріївка Балаклійського району.

Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти розташоване в Балаклійському районі Харківської області, у минулому мало назву Шебелинський газопереробний завод (ГПЗ). На початку травня 1983 року були одержані дані відносно забруднення ґрунтових вод, які містяться у четвертинних пісках, вуглеводнями в районі Шебелинського газопереробного заводу. В окремих колодязях селища Андріївка була виявлена поява бензину. Товщина шару вуглеводнів у свердловинах спостережної мережі складала від 0,01 м до 1,16 м. У північно-західній частині зони забруднення навіть було повне заміщення ґрунтових вод шаром вуглеводнів. В результаті

технологічних витоків був утворений техногенний поклад нафтопродуктів. Спеціально створена комісія прийшла до висновку, що причинами цих забруднень є об'єкти та системи Шебелинського газопереробного заводу (каналізаційна система технологічних приладів та сировинного парку, ставки-випаровувачі, технологічні трубопроводи, резервуари нафтопродуктів). Була розроблена низка заходів щодо усунення причин забруднення ґрунтових вод: було замінено значний парк резервуарів для зберігання нафтопродуктів, ліквідовані ставки-випаровувачі, винесені на наземну естакаду технологічні продуктопроводи, знов збудована система збору та розділення промислових стоків та інші заходи. Також були вжиті заходи щодо ліквідації техногенного покладу та встановлення зони забруднення. Для визначення площі та потужності вуглеводневого шару над ґрунтовими водами, напрямку руху вуглеводнів було пробурені 148 спостережних свердловин. Для вилучення вуглеводнів були створені підземні експлуатаційні труби-фільтри, підземні ємності та шахтні колодязі. Але прийняті заходи на той час виявились не зовсім ефективними і тому за пропозицією УкрНДІГазу – організації, що здійснює моніторинг стану підземних вод на спостережній мережі свердловин, у районі селищного кладовища було створено протифільтраційний бар'єр («стінка в ґрунті») для запобігання подальшого розповсюдження забруднення в південному напрямку з подальшим вилученням вуглеводнів при накопиченні перед цим фільтраційним бар'єром[6]. В результаті прийнятих мір площа техногенного покладу та зони забруднення за ствердженням фахівців УкрНДІГаз та Шебелинського технологічного цеху зменшилась з 82 га до 43 га. Проте перевірка дотримання вимог природоохоронного законодавства, вказала на наступні грубі помилки в проведенні геологічного моніторингу та робіт з усунення вуглеводневого забруднення підземних вод. Тому постійно існує забруднення підземних вод у західній частині селища Андріївка та нижче за потоком, де вони дренуються в озеро Козине та річку Сів. Донець. У с. Андріївка, у зв'язку з низькою якістю та забрудненням ґрунтових вод,

населення переходить на використання підземних вод мергельно-крейдового водоносного горизонту. У зв'язку з тим, що положення рівнів у мергельно-крейдовому горизонті нижче на 7-15 м, ніж у ґрунтовому горизонті, та відсутня надійна ізоляція в затрубному просторі свердловин, має місце низхідне перетікання ґрунтових забруднених вод, що збільшується при роботі свердловин. Таких свердловин у селищі налічується кілька десятків. По цих каналах вірогідне проникнення до горизонту з високоякісними прісними питними водами мергельно-крейдового горизонту, що використовується для централізованого водопостачання, солонуватих, жорстких ґрунтових вод, забруднених нітратами, нафтопродуктами, отрутохімікатами. Слід очікувати забруднення вод у всіх водозаборах на мергельно-крейдовий горизонт у межах с. Андріївка, а також нижче за потоком, де розташований груповий водозбір Шебелинського ВПГКН в долині р. Сів. Донець [7].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Фізико-хімічні методи дослідження

Для комплексної оцінки впливу вуглеводневого забруднення на екологічний стан ділянки, що досліджувалась, у пробах ґрунтів визначали такі показники їх складу і властивостей, які дають найбільш репрезентативну інформацію щодо екологічної небезпеки вуглеводневого навантаження на екосистему басейну. Виходячи з цього, пріоритетним показником вуглеводневого забруднення території, є вміст нафтопродуктів – основної хімічної речовини, яка може надходити в навколишнє природне середовище в процесі видобутку, транспортування і переробки вуглеводневої сировини. Відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [8] нафтопродукти – це сума неполярних і мало полярних вуглеводнів (аліфатичних, ароматичних, ациклічних), що становлять головну й найбільш характерну їхню частину – 70-90 % від суми всіх речовин, що є присутніми у нафтопродуктах.

Для оцінки рівня екологічної небезпеки забруднення території нафтопродуктами та його негативного впливу на життєдіяльність організмів наземних екосистем, використовували систему біотестування, яку було розроблено в процесі виконання досліджень.

У всіх відібраних пробах вимірювали вміст нафтопродуктів, який характеризується відношення маси вуглеводнів до загальної маси ґрунту, що досліджується, за відповідними методиками: для вимірювання масової частки нафтопродуктів у пробах ґрунтів застосовували методику колонкової хроматографії [9].

Для ідентифікації вуглеводневого складу нафтопродуктів було використано методики газової хроматографії – мас-спектрометрії, в якості вимірювального засобу застосовувався газовий хроматограф HP-6890 з мас-селективним детектором HP-5972 [10].

2.2 Біологічні методи дослідження

Фітотоксичність ґрунтів визначали шляхом біотестування водних витяжок з ґрунтів. Для вибору оптимальних умов екстракції водорозчинних нафтопродуктів при приготуванні водних витяжок з ґрунтів було проведено експерименти, в яких підбирали співвідношення між кількістю повітряно-сухого ґрунту та дистильованої води, а також тривалість струшування суміші. Використовували співвідношення ґрунту і води 1:5 та 1:1; тривалість струшування складала 5 і 45 хв. Після струшування суміш центрифугували впродовж 15 хв. зі швидкістю 15 тис.об/хв для відділення осаду. В результаті експериментів встановлено, що концентрація нафтопродуктів у водній витяжці зростає в залежності від часу струшування і зменшення співвідношення маси води та ґрунту. Експериментально було визначено умови приготування водних витяжок з ґрунтів, призначених для біотестування: співвідношення повітряно сухого ґрунту і води повинно становить 1:1; тривалість струшування – 45 хв.

Для визначення фітотоксичності ґрунтів попередньо було проведено вибір рослин, широке коло яких рекомендується міжнародним стандартом ISO 11269-2 [11,12]. В експериментах було використано 4 види однодольних (пшениця тверда, ячмінь, овес, кукурудза) і 15 видів дводольних рослин (горох, квасоля, соя, салат, томат, цибуля, кріп, морква, перець, буряк, капуста, редька чорна, редис, петрушка кучерява, огірок) таких сортів, які мали найбільш ранню схожість та найменший період вегетації.

Рослини, які є придатними до біотестування, мають відповідати наступним вимогам: бути здатними розвиватися після замочування у воді, мати достатню швидкість росту у водній витяжці, щоб за 5 діб досягнути такої довжини коренів та паростків, яка необхідна для підрахунку. Відповідно до цих вимог, непридатними до біотестування виявились рослини: перець, петрушка, горох, квасоля, соя, які повільно пророщуються після замочування у воді; в насінні родини бобових починався процес гниття. Насіння

кукурудзи, капусти, огірка, салату та пшениці виявилось придатним для біотестування у водній витяжці (розвивалось 80 – 90 % насіння).

Що стосується швидкості росту, то насіння кукурудзи дає паростки, достатньої для підрахування довжини через 4 доби після замочування; насіння салату, томату, пшениці, ячменю, буряка, редьки, редису, капусти, вівса та огірка – через 5 діб; насіння моркви, кропу і цибулі – через 7 діб, а петрушки – більше ніж через 11 діб.

Із перелічених рослин для визначення фітотоксичності водних витяжок з ґрунту було обрано кукурудзу, ячмінь та салат. Пшениця, капуста та огірок не використовувались у біотестуванні з таких причин: капуста та огірок мають дуже ніжні корінці, довжину яких неможливо підрахувати, а пшениця має багато бокових корінців, котрі переплітаються між собою, що утруднює врахування результатів. Крім того, за результатами експериментів ці рослини мали невисоку чутливість до нафтопродуктів.

Основними показниками, згідно з [12] якими проводили оцінку фітотоксичності ґрунтів, були: кількість пророслих рослин, довжина коренів та паростків. Враховували вірогідність відхилення значень цих критеріїв від контролю. Фітотоксичними вважались ґрунти, за результатами біотестування яких значення будь-якого з перелічених критеріїв вірогідно відрізнялось від контролю.

Таким чином, за результатами попередніх експериментів було визначено та використано при виконанні досліджень систему методик біотестування для визначення токсичних властивостей ґрунтів, а саме: для визначення фітотоксичності ґрунтів методику біотестування з використанням вищих рослин – кукурудзи, салату та ячменю за показниками фітотоксичності - кількість пророслих рослин та довжина коренів у водних витяжках дослідних проб ґрунту порівняно з контролем (у дистильованій воді).

Для оцінки небезпеки забруднення ґрунтів запропоновано використовувати показник «ступінь забрудненості ґрунтів» у відповідності до визначених рівнів пригнічення ростових процесів, кількісна характеристика

якого виражається коефіцієнтом забрудненості ґрунтів ($K_{зг}$), при цьому коефіцієнт забрудненості ґрунтів диференціюють за рівнями пригнічення ростових процесів.

У таблиці 2.1 наведено класифікацію якості ґрунтів за ступенем забрудненості.

Таблиця 2.1

Класифікація якості ґрунтів за ступенем забрудненості

Клас якості ґрунтів	Рівень забрудненості ґрунтів	Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), %	Ступінь забрудненості ґрунтів, $K_{зг}$
I	Незабруднені	0-20	1,1
II	Слабко забруднені	20,1-40	1,2
III	Помірно забруднені	40,1-60	1,3
IV	Брудні	60,1-80	1,4
V	Дуже брудні	80,1-100	1,5

Лабораторні аналізи проб ґрунтів за фізико-хімічними і токсикологічними показниками виконувались за допомогою атестованих методик в сертифікованих лабораторіях екологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна відповідно до вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [13]. Використання атестованих методик, для яких встановлено нормативи похибок вимірювань, дозволяє отримувати вірогідні результати фізико-хімічних і токсикологічних аналізів відібраних проб.

2.3 Польові методи дослідження

Для оцінки екологічного стану території необхідно було визначити рівень забруднення нафтопродуктами основних компонентів екосистеми та здійснити оцінку екологічної небезпеки впливу вуглеводневого забруднення на наземні екосистеми.

Важливе значення для вирішення означеного завдання мають: визначення району обстежень, розміщення пунктів спостережень та вибір методик досліджень.

- З огляду на специфіку міграції нафтопродуктів у межах річкового басейну, яка характеризується взаємозв'язком і взаємозумовленістю процесу забруднення геологічного середовища, в якості об'єктів спостережень обрано ґрунти в районі розташування Шебелинське ВПГКН, «техногенний поклад» нафтопродуктів.

Враховуючи різноманітність джерел забруднення нафтопродуктами ділянки Шебелинського ВПГКН, яка підлягає екологічним дослідженням, розміщення пунктів спостережень за забрудненням нафтопродуктами ґрунтів визначено в такий спосіб:

- на території, забрудненій нафтопродуктами від площадкових джерел - у межах даної місцевості на основі використання принципу, який враховує каскадність рельєфу в річковому басейні й характер міграційних потоків нафтопродуктів;
- на території, що підлягає забрудненню нафтопродуктами від точкових джерел - з урахуванням прив'язки пунктів спостережень до місць розташування й функціональних особливостей відповідного джерела забруднення.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

3.1 Співставлення результатів визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах із їх фітотоксичністю

Враховуючи інтенсивність зосередження джерел забруднення нафтопродуктами досліджуваної ділянки, де розташовано Шебелинське ВПГКН, було визначено ряд точкових осередків вуглеводневого забруднення території, а саме понад 27 спостережувальних свердловин навколо Шебелинського ВПГКН. Ступінь забруднення ґрунтового покриття у межах даних свердловин визначається товщиною шару нафтопродуктів та глибинною відстанню між шаром нафти та шаром природних поверхневих вод, які зазнають забруднення внаслідок просочування вуглеводнів через пори ґрунту. Так наймасштабнішими осередками вуглеводнів у природному середовищі навколо родовищ є:

- свердловина № 202 – глибина шару нафтопродуктів – 7.92 м, глибина шару поверхневих вод – 9.24 м, потужність шару нафтопродуктів – 1.32 м;
- свердловина № 230а – глибина шару нафтопродуктів – 7.64 м, глибина шару поверхневих вод – 8.56 м, потужність шару нафтопродуктів – 0.92 м;
- свердловина № 215 – глибина шару нафтопродуктів – 7.06 м, глибина шару поверхневих вод – 7.62 м, потужність шару нафтопродуктів – 0.56 м;

Варто також відмітити, що не всі вище перераховані свердловини були досліджені в повному обсязі. За даними гідрогеологічних вишукувань для проекту «Локалізація зони забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами в районі Шебелинського ГПЗ» станом на кінець 2018 року була викладена мапа стану скупчення нафтопродуктів (додаток 1,2) навколо проммайданчика

ШВПГКН, згідно до якої спостережні свердловини відмічені відповідно свого географічного походження на місцевості (рис. 3.1). У процесі проведення екологічних досліджень території проводили детальний опис пробних площадок, в якому відображали: місце їх розташування, включаючи геопозиціювання; характеристику рельєфу, типу, підтипу та різновиду ґрунту, рослинного покриву; господарського використання земель, метеорологічних умов під час проведення спостережень, джерел забруднення території нафтопродуктами.

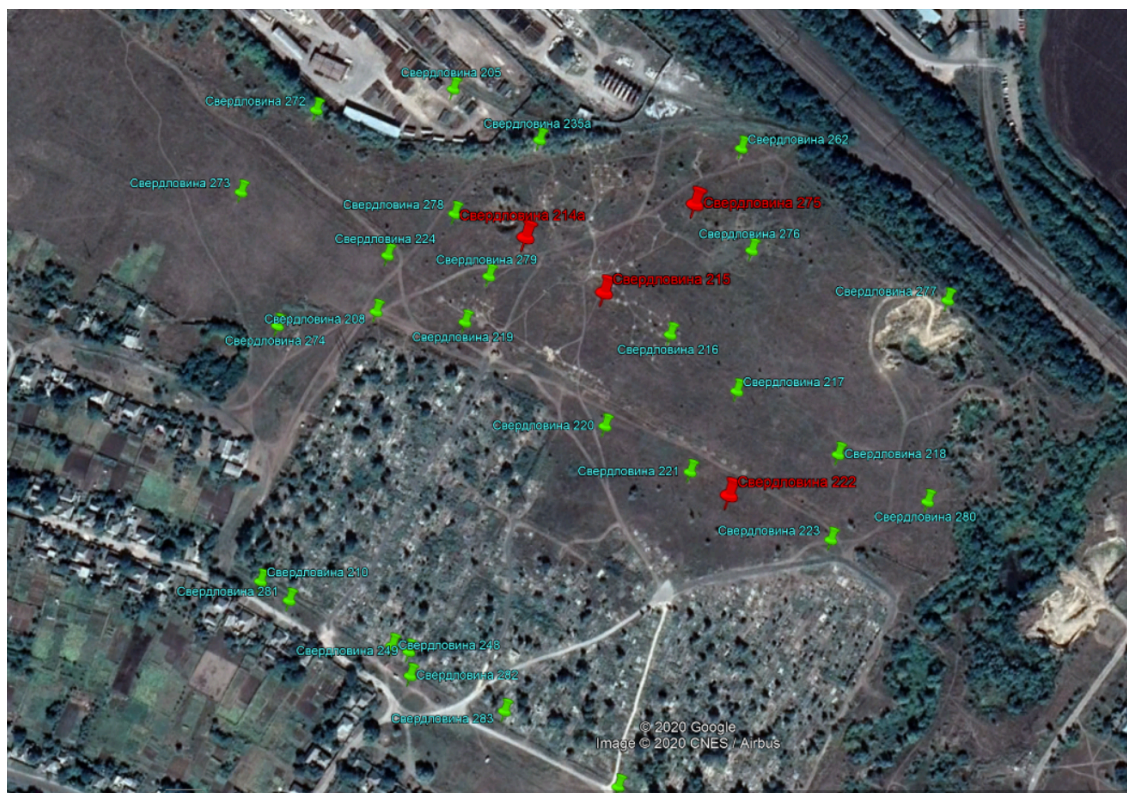


Рис. 3.1– Місце розташування спостережувальних свердловин на території впливу виробничої діяльності Шебелинського ВПГКН

Таким чином ділянками з найбільшою зоною забруднення (додаток 3) ґрунтових вод та ґрунтів згідно рис. 3.1 є :

- 1) свердловина №275 – глибина рівня нафтопродуктів від патрубка - 7.66м, глибина рівня води від патрубка - 8.31м, товщина шару нафтопродуктів - 0.65м;

- 2) свердловина №215 – глибина рівня нафтопродуктів від патрубка - 7.06м, глибина рівня води від патрубка – 7.62 м, товщина шару нафтопродуктів - 0.56 м;
- 3) свердловина №214а – глибина рівня нафтопродуктів від патрубка - 7.01м, глибина рівня води від патрубка – 7.43м, товщина шару нафтопродуктів - 0.42 м;
- 4) свердловина №222 – глибина рівня нафтопродуктів від патрубка – 6.81м, глибина рівня води від патрубка – 7.26 м, товщина шару нафтопродуктів -0.41м.

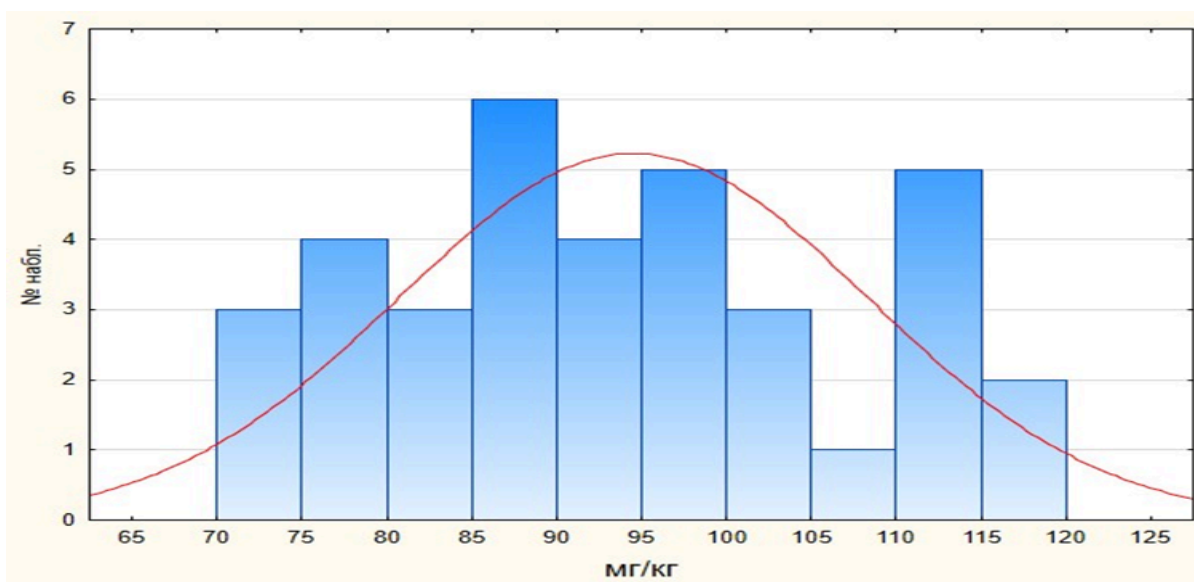


Рис. 3.2 – Результати визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах досліджуваних ділянок

Влітку 2019 року було проведено дослідження вмісту нафтопродуктів та фітотоксичних властивостей ґрунтів на ділянках, прилеглих до вищезначених свердловин. В 4 пунктах спостережень було 9 разів відібрано зразки ґрунтів.

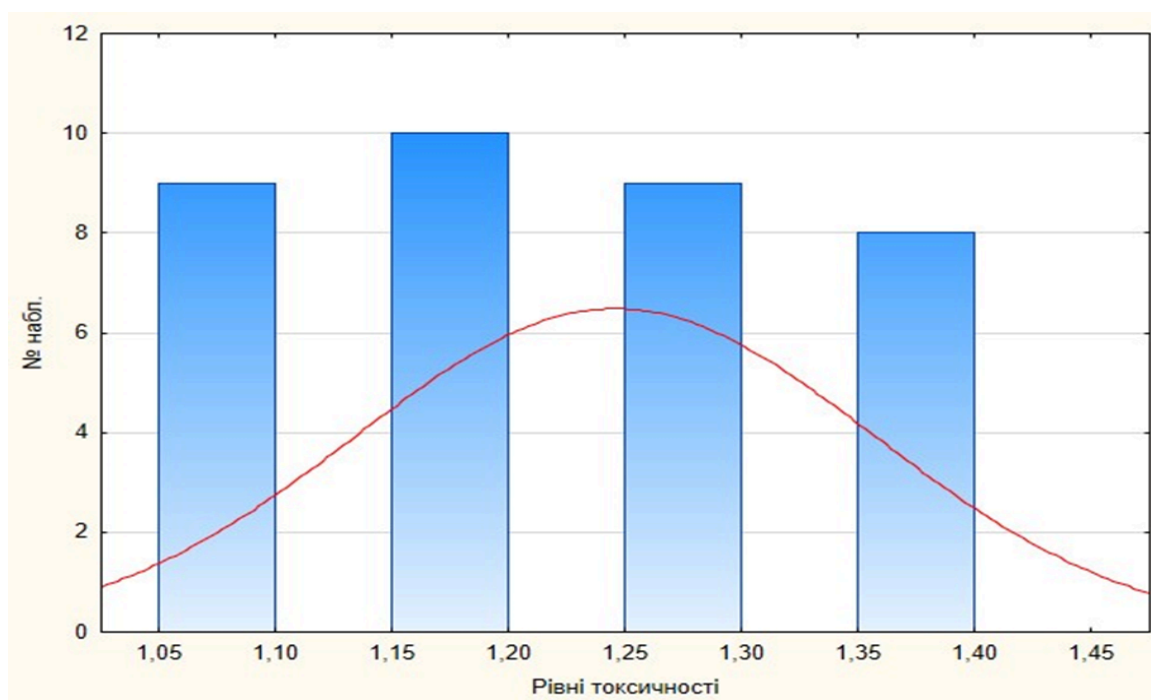


Рис. 3.3 – Результати визначення рівнів токсичності у водній витяжці ґрунтів з досліджувальних ділянок

Аналіз отриманих результатів визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та їх фітотоксичних властивостей показав, що серед 36 проб ґрунтів, що відбирались в межах досліджуваних ділянок найбільший вміст нафтопродуктів мав значення 118 мг/кг. Фітотоксичні властивості ґрунтів було визначено у 75% відібраних проб, із яких 37% були слабо забрудненні; 33% помірно забрудненні та 30% брудні (рис. 3.2, 3.3.)

Таким чином вимальовується можливість створити тривимірну модель даних, яка буде показувати взаємозв'язок усіх частин дослідження між собою – загального вмісту нафтопродуктів, глибини знаходження нафтопродуктів (тобто шару вуглеводнів) і рівня токсичності, який визначає практичний ступінь перешкоджання розвитку фітоценозів на визначеній території, згідно до табл. 2.1.

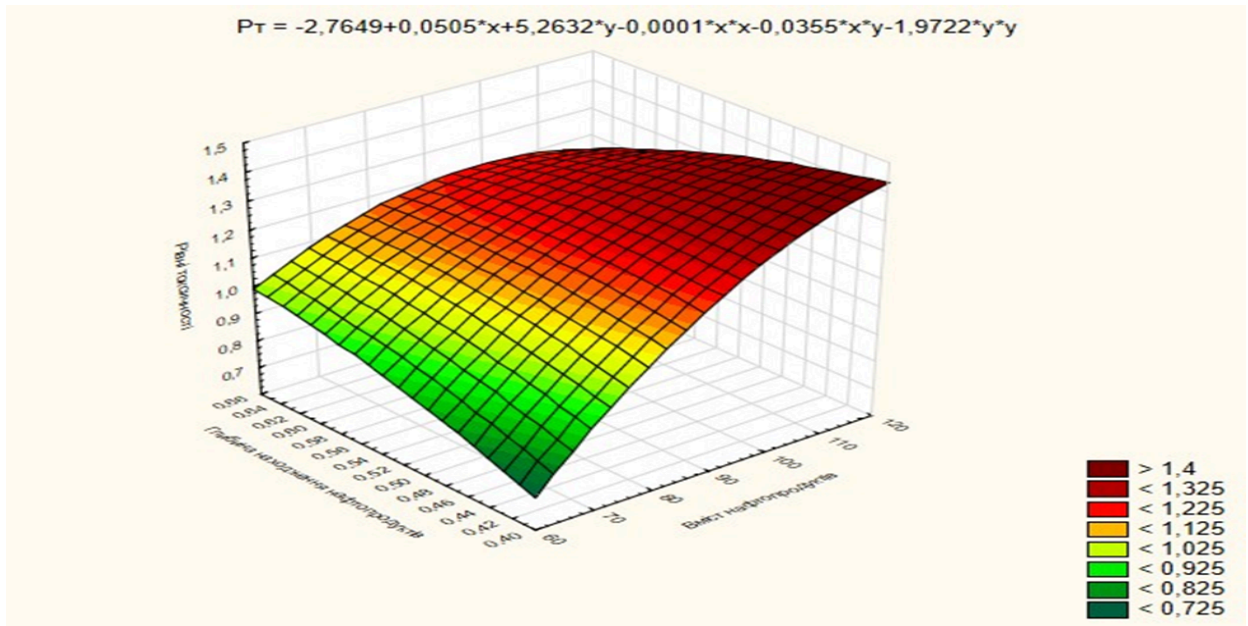


Рис. 3.4 – Поверхні (графіки) функції $R_t = f(C_g; H)$

Як видно із рисунку 3.4, нелінійна функція R_t (рівні токсичності) досягає екстремумів при високих значеннях аргументу C_g (вміст нафтопродуктів) та низьких значеннях H (товщина шару нафтопродуктів), що може свідчити про наявний вплив нафтопродуктів на екологічну якість ґрунтів.

За результатами дослідження можливо зробити висновок, що ґрунти, які знаходяться в межах свердловини із найменшою товщиною шару нафтопродуктів виявили найбільш фітотоксичні властивості. Це може свідчити про інтенсифікацію процесу переходу вуглеводнів до ґрунтів в межах свердловини №222.

У зв'язку з вищенаведеним, при визначенні допустимого вуглеводневого навантаження на природне середовище доцільно враховувати, поряд з встановленими нормативними концентраціями нафтопродуктів для відповідних компонентів, результати оцінки стану біотичної складової наземних і водних екосистем за допомогою біологічних показників. Одним із таких показників є загальна токсичність, який характеризує біологічну повноцінність і ступінь біологічної небезпеки середовища мешкання організмів.

Підсумовуючи результати оцінки впливу виробничої діяльності нафтогазопереробного підприємства на стан окремих компонентів довкілля слід зазначити, що негативна дія вуглеводневого забруднення залишається актуальною і на даний час.

3.2 Природоохоронні заходи з відновлення стану локальної екосистеми, що забруднена нафтопродуктами

Виявлення проблеми забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами або побічними речовинами їх видобутку є першою і фундаментальною задачею для початку боротьби із наслідками забруднення. Наступним кроком є саме ліквідація проблеми, а не просто її «заморозка». Не зважаючи на те, що більшість природних систем здатні швидко повертатися до стану гомеостазу завдяки корисним для цього властивостям (атмосферне повітря з оперативно розсіює концентрацію шкідливих речовин завдяки малій густині, вода розбавляє небезпечні сполуки рівномірно по всій товщі, після чого залишки речовин осідають у вигляді донних відкладів), точка біфуркації є у кожній системі і не варто нехтувати цим фактом. Система здатна до самовідновлення, але тільки в тому випадку, якщо ступінь порушення рівноваги не виходить за межі кордонів можливостей системи. Такий собі діапазон толерантності в глобальному масштабі. Простими словами – у всього є своя межа. Ба більше, якщо мова йде про ґрунтовий покрив. По своїй первинній структурі ґрунт вважається біокосною речовиною, тобто неживою системою, що має деякі ознаки живого і сформована за рахунок живої та косної речовин. Існує загальноприйнята думка, що здатність самовідновлення ґрунту складає декілька см товщі за століття. Така інформація доволі важко піддається перевірці, бо незадіяних у господарстві земель, за якими йде постійний моніторинг, майже не лишилося. А от зробити землю непридатною для використання знадобиться одна посередня аварія на нафтодобувному підприємстві, будь який локальний витік, що призведе до занедбання цілих

метрів товщі. Саме тому природоохоронні заходи з відновлення нормального життєвого циклу ґрунтового покриву є пріоритетною задачею, інакше про дотримання концепції сталого розвитку можна й забути.

Згідно рис. 3.4 вже було зроблено попередній висновок, що найбільший ступінь забруднення спостерігається за низької відстані шару поверхневих вод до шару залягаючих нафтопродуктів, а об'єм забруднюючої речовини прямо пропорційний до рівня викликаної їм токсичності. Усе це є доволі логічним явищем і не піддається сумнівам, адже що менше відстань між шарами, тим більший обмін речовини один з одним. Згідно отриманих результатів можна сформулювати визначений ряд своєрідних аксіом, які важко заперечити:

- 1) Основним способом повернення системи до рівноваги є припинення дії на неї;
- 2) Система, яка пройшла точку біфуркації і вийшла за межі можливостей самовідновлення не зможе повернутися до стану рівноваги самотійно;
- 3) Система, яка не вийшла за межі своїх можливостей самовідновлення буде повертатися до первинного стану не тільки прямо пропорційно до часу впливу на неї, але й в математичній прогресії цього періоду. Простими словами, щоб відновити 1 см ґрунту, який систематично забруднювався протягом 1-го року впливу, може знадобитися більше 45 років [14].

В будь якому випадку перше завдання – припинити вплив. Зважаючи на особливості роботи нафтовидобувного комплексу України та технологічні можливості сучасних підприємств, припинення діяльності підприємства не може бути викликано різким бажанням керівництва підприємства покращити стан довкілля. У сучасних реаліях економічна складова виробничого процесу переважає екологічну, як наслідок функціонування свердловини повністю припиняється у таких випадках:

- Вичерпання запасів нафти та нафтопродуктів;

- Певна подія або явище, яке створило видобуток нафти у визначеному місці нерентабельним (собівартість вища за вартість збуту).

Про теоретичну складову вірогідності обох подій пізніше, за основу ж візьмемо ситуацію, коли вплив на ґрунтовий покрив був остаточно припинений. Після успішного виконання цього етапу починається підготовка території до проведення природоохоронних заходів, вибір методів очистки, реалізація природоохоронної програми. У світовій практиці для відновлення ґрунтів, занедбаних виливами нафтопродуктів внаслідок аварії або небезпечної діяльності підприємства, використовують три групи методів[14], що поступово приводять стан системи до позначки, коли вона здатна протидіяти наслідкам забруднення самостійно. Перший спосіб – первинний, включає в себе локалізацію нафтового забруднення механічними та фізико-хімічними методами; другий – мінімізуючий, частіше за все має на увазі збір нафтопродуктів з ґрунту методами першого. Третій, і найважливіший етап – реабілітаційний, включає у себе зниження рівню нафтопродуктів до залишкового рівня та переведення системи у стан самостійності. Усі групи методів детально описані у таблиці 3.2.

Таблиця 3.1

Класифікація методів локалізації та ліквідації нафтових забруднень
у ґрунті [14]

ЛОКАЛІЗАЦІЯ НАФТОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ	
<u>Механічні методи</u> Обвалування забруднень	<u>Фізико-хімічні методи</u> Піно-, плівко-, геле-, структуроутворюючі, сорбенти
ЗБІР НАФТОПРОДУКТІВ З ҐРУНТУ	
<u>Механічні методи</u>	<u>Фізико-хімічні методи</u>

Збір в рідкому стані спеціальним обладнанням (насоси)	Збір у зв'язаному стані сорбуючими матеріалами (сорбційний метод)	
ЗНИЖЕННЯ РІВНЮ НАФТОПРОДУКТІВ ДО ЗАЛИШКОВОГО РІВНЯ		
Захоронення забрудненого ґрунту, термічні методи	<u>Фізико-хімічні методи</u> Хімічний Екстракційний (очисні комплекси) Дренування Пневматичне фракціонування	<u>Біологічні методи</u> Інтенсифікація природної біодеградації нафтопродуктів Агротехнічні заходи Біопрепарати на основі бактерій або ПАР Гумінові кислоти Фітомеліорація

Попередньо проаналізувавши таблицю можна дійти висновку, що процес рекультивації та відтворення природного стану ґрунту є дуже довгим систематичним явищем, яке потребує витрати значних ресурсів фінансів та часу. На мою ж думку головним завданням, покликаним на відновлення гомеостазу системи є повернення її у рамки здібності самовідтворення. Згідно цієї концепції найважливішим та найефективнішим методом очистки ґрунту від нафтопродуктів є біологічний метод, який виключає виникнення побічних загроз та максимально наближує умови відтворення стійкості біокосної речовини до природних, але прискорених у декілька разів.

Перспективним методом боротьби з вуглеводневими забруднення виступає *біоремедіація* – комплексний метод очищення, який полягає у застосуванні метаболічних особливостей живих організмів (бактерій, грибів, рослин, навіть деяких видів комах і черв'яків) або потенціалу їх ферментів. В основу методу покладена здатність живих істот до біодеградації забруднюючих вуглеводневих сполук. При цьому яскраво виокремлюється ряд технічних переваг над низкою інших методів – можливість боротися з проблемою згідно методики *in situ* (тобто безпосередньо у місці

забруднення), відносно невелика собівартість, умовна безпечність для довкілля, можливість постійного моніторингу процесу, наближення до «природності» процесу [14].

Але це все просто набір засобів, що можуть бути корисні при ліквідації проблем функціонування екосистеми, викликані виливами вуглеводнів. Задля вирішення екологічної ситуації локальної території проблему треба розглядати принципово окремо, реалістично оцінюючи конкретний приклад. Якщо розглядати природоохоронні заходи виходячи з наведеного виду забруднення, котрому й присвячена дана кваліфікаційна робота, можна виокремити низку факторів, які впливають на вибір майбутніх стабілізуючих мір з виведення середовища зі стану регресії:

- 1) Епіцентром забруднення слугує шар нафтопродуктів, що близько прилягає до рівня ґрунтових вод. Приблизна товща ґрунтів перед безпосереднім місцем скупчення вуглеводнів – 7м.
- 2) Що менше шар вуглеводнів, то вище ступінь його токсичності, що може пояснюватися декількома речами – більша наближеність до водного горизонту, більший час експлуатації свердловини;
- 3) Практична більшість проб ґрунту, що були досліджені експериментально (75%), проявляють ознаки фітотоксичності, а третина навіть відноситься до класу брудних, що характеризує пригнічення ростових процесів у рослин до 80% включно.

Зважаючи на вище перераховані факти можна прийти до заключення, що забруднення ґрунтового покриву викликано не аварійним виливом, а довготривалим систематичним впливом з боку працюючого підприємства яке, з великою долею вірогідності, практично не могло уникнути такого сценарію в силу наявних проблем у сфері технічного оснащення та відсутності попереднього екологічного дослідження (того ж самого ОВД), або його неточності та неповної достовірності. Але, як сказав одного разу перший президент незалежної України Леонід Макарович Кравчук, «маємо те, що маємо». Головною задачею тепер являється створення оптимальної стратегії з

поліпшення стану довкілля та боротьби з наслідками забруднення. Хронологічна послідовність усього процесу оптимізації стану локального ґрунтового покриву виглядає таким чином (поверхневий огляд):

- 1) Припинення роботи свердловин (остаточно);
- 2) Аналіз тяжкості та ступеня розповсюдження нафтопродуктів задля виявлення кордонів роботи (як приклад – ті ж самі еколого-токсикологічні дослідження ґрунту на фітотоксичність);
- 3) Заходи з локалізації осередку та недопущення подальшого поширення;
- 4) Первинні заходи очистки у місцях наймасштабніших осередків – механічні (насоси) та фізико-хімічні (сорбція) методи збору великих об'ємів нафти;
- 5) Боротьба з залишившимися точковими осередками вуглеводнів найбільш оптимальними методами (біологічні методи очистки є пріоритетними, де найперспективнішим методом боротьби вважаються біопрепарати на основі бактерій або ПАР).
- 6) Заходи фітомеліорації задля повернення ґрунту первинного екологічного стану.

Підсумовуючи дану стратегію, хочеться зупинитися на ряді принципових моментів. По-перше, так чи інакше надлишкові запаси нафтопродуктів прийдеться викачувати, тому найлогічнішим виглядає момент, коли підприємство повністю виснажує увесь наявний об'єм нафтопродуктів на території, і починає природоохоронні заходи після закінчення експлуатації свердловин. При цьому діяльність нафтодобування повинна супроводжуватися постійним моніторингом стану екосистеми навколо джерела забруднення, щоб у разі чого можна було застосувати радикальний план – зупинка роботи підприємства при виникненні надзвичайної екологічної ситуації (або ще гірше – екологічної катастрофи) та формування альтернативного плану дій.

По-друге, хочеться зосередити увагу на методах, які у даному випадку можуть бути не оптимізованими та не підходять до ліквідації проблеми. Термічний метод, який має за собою процес випалення забрудненого нафтопродуктами ґрунту, відкидається через формальну неможливість дістатися осередку забруднення. Це стосується і розповсюдженого методу *ex situ*[14], що передбачає видалення забруднених ділянок та обробку їх поза межами місцевості. Для реалізації цих планів потрібно було б знімати шар ґрунту з площі приблизно 25 гектарів, глибиною у 7-8м (рис. 3.5).

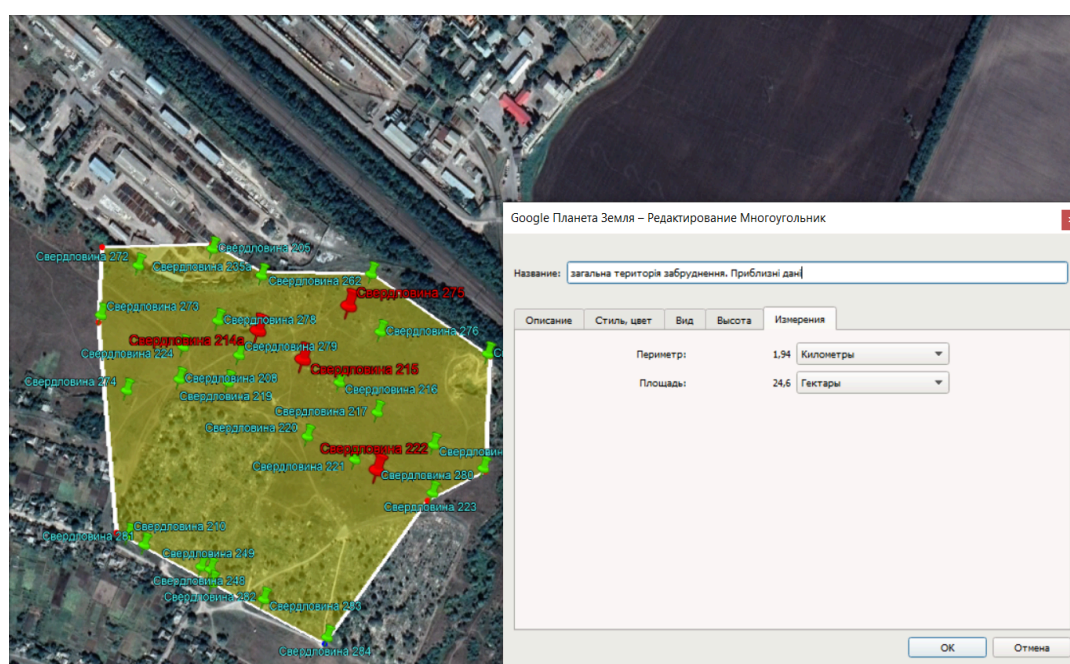


Рис. 3.5 – Теоретична площа ділянки території, забрудненої нафтопродуктами

З наведеного рисунку видно, що площа можливого забруднення просто величезна і може становити понад 25 га. Шляхом неважких математичних розрахунків було визначено, що загальний об'єм біокосної речовини, яку потрібно було б зняти, аби дібратися до практичного осередку забруднення і працювати з ним безпосередньо, становить 2 мільйони m^3 ґрунту, який після процесу очищення та знезараження потрібно викласти відповідно усім горизонтальним ґрунтовим горизонтам.

Хімічний метод, основою якого є введення у ґрунт певних хімічних сполук, які перетворюють нафтопродукти у нетоксичні сполуки або тверді речовини, може бути небезпечним, так як важко передбачити, як саме уведені компоненти неживої матерії будуть сприйматися рослинами. До того ж, хімічні речовини можуть потрапити до водного горизонту, що може створити нову проблему. Маленькі осередки нафтопродуктів можна також «витягнути» шляхом екстракції, але і тут перепорою виступає велика глибина.

Таким чином остаточне вирішення проблеми нафтового забруднення покладається на процес інтродукції та біопрепарати, які розробляють на основі бактерій і поверхнево-активних речовин, що реалізують програму зі знищення та поглинання вуглеводнів, або ж розкладу їх на діоксид вуглецю і воду [14]. Головною перешкодою тут виступає саме середовище, яке потрібно забезпечити біоті для її нормальної життєдіяльності, тому важливими будуть і додаткові агротехнічні засоби, що пришвидшать та оптимізують процес самоочищення – доведення до необхідних показників вологості, температури, рН, наявності мікроелементів (пріоритетно азоту і фосфору). Варто також розуміти, що введення до екосистеми чужорідних організмів може негативно сказатися на її функціонуванні, тому для виводу необхідних штамів бактерій, здатних до окиснення нафтопродуктів, необхідно застосовувати саме тих організмів, які є своєрідними ендеміками визначеного середовища та не будуть відторгнуті цим типом ґрунту.

Кінцевим етапом рекультивації є фітомеліорація, яка здійснюється шляхом висадки нафтостостійких трав, що активізують ґрунтову мікрофлору. Якнайкраще тут підійдуть однорічні та багаторічні трави, можливо злакові, які мають розвинену кореневу систему та гарну протидію небезпечним вуглеводням.

3.3 Економічні перешкоди інтеграції сформованої стратегії зі стабілізації стану довкілля

Уся концепція природоохоронних засобів чітка і зрозуміла, а для повністю детального розбору такої стратегії потрібно виконати ще невеликий ряд експериментів для підвищення деталізації та актуалізації. Тобто екологічну складову розглянуто, і можна перейти до економічної, де і виникає основний колапс. Нафтодобувна галузь будь-якої держави отримує прибуток шляхом продажу свого продукту, на який накладається певна маржа – відсоток, який нараховується виробником і фактично є абсолютним доходом. Тобто це різниця собівартості і вартості збуту. Для прикладу, за словами Фелікса Лунева [15], заступника голови «Укрнафти», станом на 2016 рік собівартість української нафти складає 1700 грн за тонну. При цьому вартість збуту (чиста, з урахуванням усіх податків) – 3500 грн. Зважаючи на дані Національного Банку та Міністерства Фінансів України [16] щодо курсу готівкового американського долара на момент проведення інтерв'ю (12 вересня 2016 року), можна вирахувати собівартість української нафти станом на квітень 2020 року, яка складає 232 грн за барель (загальноприйнята одиниця виміру ціни нафти на міжнародному ринку), тобто приблизно 8.58\$. А тут і починається найцікавіше. За даними Інформаційного Агентства Енергетики (EIA) США [17] в міжнародне поняття собівартості нафти включають витрати на виробництво та податки, технічне обслуговування свердловин, витрати на пошук та розробку (сюди входять також купівля або оренда земель, розвідка та закладення родовища), транспортування нафти і заробітна плата персоналу підприємства. В деяких випадках також враховуються витрати на подолання погодних та кліматичних умов, також окрема формула розрахунку для закладення шельфових родовищ. Але ніяких інструментів фінансування природоохоронних заходів тут просто немає. Таким чином ми бачимо відсутність екологічної складової в офіційних документаціях, що передбачають формування собівартості нафтопродуктів. Постає величезне запитання, хто ж саме буде розраховуватися за завдані збитки. Варто також зауважити, що українська та російська нафта має відносно недорогу собівартість, тому перегляд вітчизняної політики

ціноутворення нафтопродуктів не буде таким болючим, на відміну від західних сусідів. Так, 1 барель нафти США (як і більшості країн нафто-експортерів, до яких входять Мексика, Норвегія, Саудівська Аравія, Венесуела, Кувейт, Велика Британія), коштує від 16 до 53 доларів, в середньому маючи 29 доларів [18]. Зважаючи на економічну кризу, викликану пандемією коронавірусу COVID-19, станом на 17 квітня середня вартість двох еталонних марок нафти WTI и Brent становить 18,18\$ та 28,34\$ відповідно, знаходячись на своєму історичному мінімумі за останні 20 років [19]. За 2 місяці ціна впала на 60% через наявну відсутність попиту, викликану світовим карантинном та «непотрібністю» чорного золота, і є великі сумніви щодо швидкої стабілізації ситуації. Відповідно до цих фактів великим питанням лишається, хто саме повинен забезпечувати проведення природоохоронних мір не тільки Шебелинського ВПГКН, а й всього нафтодобувного комплексу України. Очевидним є і те що, якщо економічна рецесія не скінчиться у найближчі місяці, найбільший удар на фінансування екостабілізуючих заходів прийдеться прийняти бюджету України, який варто буде переглядати десятки разів для пошуку економічного балансу і брати звідкись кошти на вирішення проблем довкілля. І присутні великі сумніви, що у майбутньому кошторисі знайдеться місце для подолання проблеми забруднених нафтопродуктами ґрунтів з високим показником фітотоксичності.

ВИСНОВКИ

Внаслідок проведених досліджень було встановлено:

1. Забруднення довкілля нафтопродуктами і досі лишається значущою проблемою нафтовидобувної та переробної галузі, що пояснюється високим вмістом різних за ступенем небезпеки хімічних речовин та сполук, котрі, потрапивши до ґрунту та ґрунтових вод, негайно починають взаємодіяти з біологічною складовою середовища, пригнічуючи життєдіяльність рослин, ґрунтових організмів, тим самим роблячи ґрунт непридатним для подальшого використання;

2. Потенційними джерелами забруднень підземних і поверхневих вод території дослідження, а саме ділянки басейну річки С. Донець в межах Шебелинського відділення з переробки газового конденсату та нафти (ВППГКН), в Балакліївському районі поблизу с. Андріївка є можливі витoki нафтопродуктів з установок комплексної переробки газу та газоконденсату, газоконденсатопроводи, експлуатаційні газоконденсатні свердловини, а також можливе порушення технології бурових робіт при бурінні газоконденсатних та водних свердловин.

3. Для оцінки впливу вуглеводневих забруднень на екологічний стан ґрунтів, поряд з використанням аналітичних методів вимірювання вмісту нафтопродуктів у компонентах ландшафту запропоновано здійснювати їх біотестування, в основу якого покладено використання реакцій відповідних тест-організмів на сумісний вплив речовин, присутніх у середовищі, яке тестується. Для цієї мети розроблено систему біотестування для визначення фітотоксичності ґрунтів.

4. Влітку 2019 року було проведено дослідження вмісту нафтопродуктів та фітотоксичних властивостей ґрунтів на ділянках, прилеглих до вищезначених свердловин. В 4 пунктах спостережень було 9 разів відібрано зразки ґрунтів. Аналіз отриманих результатів визначення вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та їх фітотоксичних властивостей показав,

що серед 36 проб ґрунтів, що відбирались в межах досліджувальних ділянок найбільший вміст нафтопродуктів мав значення 118 мг/кг. Фітотоксичні властивості ґрунтів було визначено у 75% відібраних проб, із яких 37% були слабо забрудненні; 33% помірно забрудненні та 30% брудні.

5. Нелінійна функція R_t (рівні токсичності) досягає екстремумів при високих значеннях аргументу C_g (вміст нафтопродуктів) та низьких значеннях H (товщина шару нафтопродуктів), що може свідчити про наявний вплив нафтопродуктів на екологічну якість ґрунтів. Таким чином встановлено, що ґрунти, які знаходяться в межах свердловини із найменшою товщиною шару нафтопродуктів виявили найбільш фітотоксичні властивості. Це може свідчити про інтенсифікацію процесу переходу вуглеводнів до ґрунтів в межах свердловини №222.

6. По завершенню експериментальних досліджень було запропоновано природоохоронні заходи у вигляді стратегії відновлення локальної екосистеми в межах Шебелинського ВПГКН, обґрунтована їх доцільність та економічна виправданість. Разом з тим увагу було акцентовано також на процесі імплементації даної стратегії та її фінансуванні, зважаючи на усі форс-мажорні обставини, що вимушено сформувалися в умовах загально-планетної пандемії. Було проаналізовано наявні проблеми забезпечення економічного регулювання еколого-стабілізуючих заходів безпосередньо в місці видобутку нафтопродуктів, а також запропоновано альтернативні шляхи вирішення проблеми фінансування заходів захисту довкілля підприємствами нафтовидобувного комплексу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко О. М. Мій дім – Україна. Івано-Франківськ. Симфонія форте, 2006. Т. II. 336 с.
2. Пиковский Ю. И. Геохимические особенности техногенных потоков в районах нефтедобычи. Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. М.: Наука 1981. С. 135 – 148.
3. НАФТОГАЗОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, "Наш дім - Манява" 2015. URL: http://manyava.org/publ/naftogazova_promislovist/14-1-0-245. (Дата звернення: 15.11.2019).
4. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация. Н. П. Солнцева, Ю. И. Пиковский и др. Докл. симп. VII Делегатского съезда Всесоюзн. об-ва почвоведов. Ташкент, 1985. С. 246 – 254.
5. Грамма О. М. Імпактно-інтегральний підхід до еколого-економічної оцінки збитків в місцях: Сумський державний університет, 2016. С. 125–128.
6. Pribylova, V. Estimation of influence of technogenic sources of groundwater pollution on the territory of Kharkiv region. Bulletin of VN Karazin KhNU: Series “Geology – Geography – Ecology”, 2017. № 47. 198–205.
7. Pribilova, V. Estimation of qualitative composition of drinking groundwater of aquifer Cenomanian – Lower – Cretaceous aquifer in the territory of Kharkiv region Vestnik of KhNU named after VN Karazin: Series “Geology – Geography – Ecology”, 2015. № 43. 75-82.
8. ГОСТ 17.1.4.01-80 Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. [Чинний від 1983-01-01].
9. ПНДФ 14.1:2:4.128-98 Методика выполнения измерений (МВИ) массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02».

10. МВВ №11/НМЦ/04 «МВИ массовой концентрации бензола, толуола, этилбензола и ксилола методом газовой хроматографии». Вода питьевая, поверхностная и сточная. Почва. [Чинний від 1996-10-31].

11. ДСТУ ISO 11269-2004 Якість ґрунту - Визначення впливу забруднюючих речовин на флору ґрунту – Частина 1. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2006. 3 с.

12. ДСТУ ISO 11269-2004 Якість ґрунту - Визначення впливу забруднюючих речовин на флору ґрунту – Частина 2. метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2006. 3 с.

13. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014, N 1314-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/113/98-%D0%B2%D1%80>. (Дата звернення: 18.12.2019).

14. Гринчишин Н.М., Бабаджанова О.Ф. Реабілітація ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтопродуктів. Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 22.7. Львів, 2012 р. С. 43-48.

15. Укрнафта назвала собівартість видобутку нафти і газу. URL: <https://nv.ua/ukr/biz/economics/ukrnafta-nazvala-sobivartist-vidobutku-nafti-i-gazu-218237.html>. (Дата звернення: 18.01.2020).

16. Курси Национального банка Украины. 12 вересня 2016 р. URL: <https://index.minfin.com.ua/exchange/archive/nbu/2016-09-12/>. (Дата звернення: 08.02.2020).

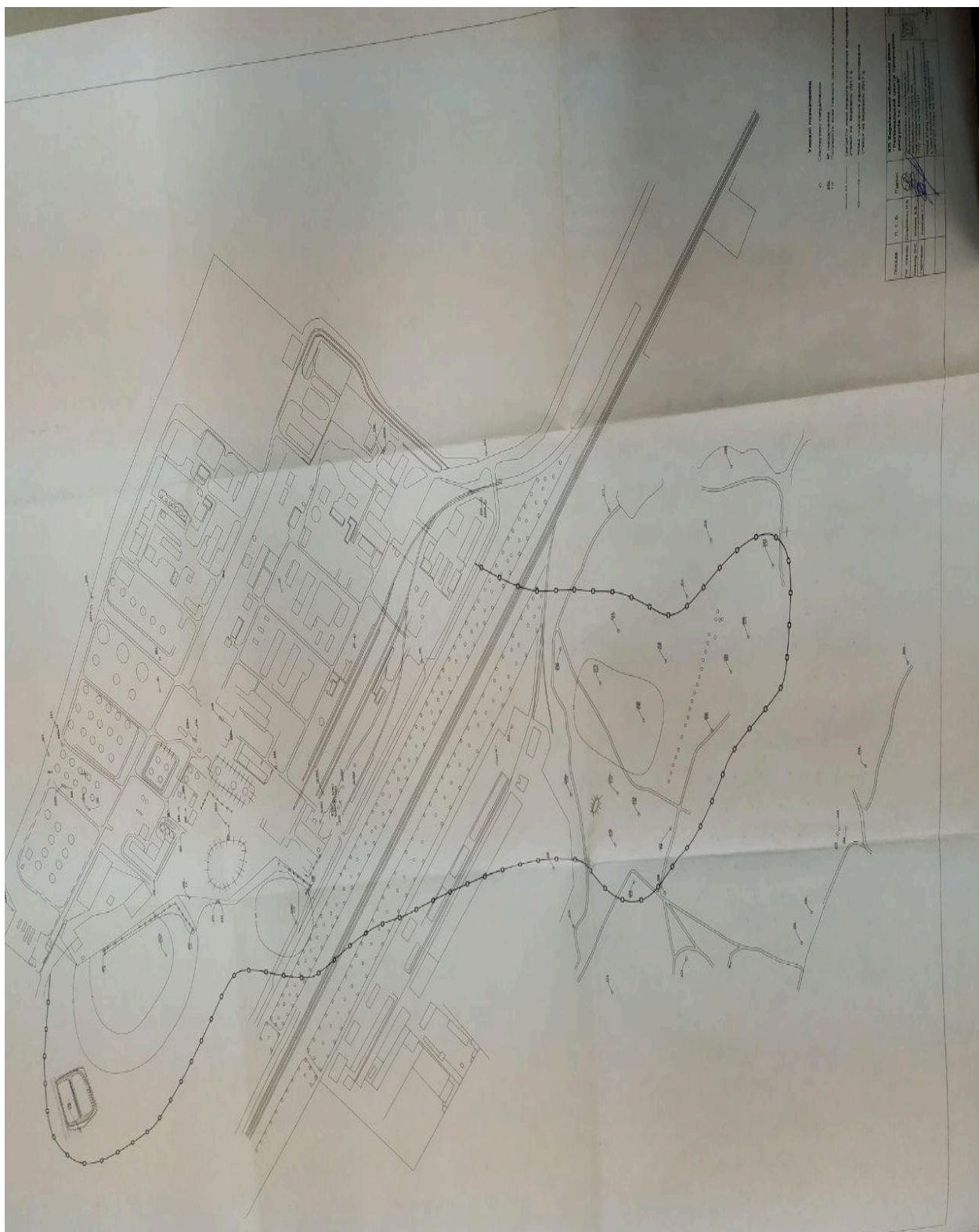
17. Performance Profiles of Major Energy Producers: February 2011. URL: <https://www.eia.gov/finance/performanceprofiles/pdf/020609.pdf#page=18>. (Дата звернення: 08.02.2020).

18. Ф'ючерс на нафту Brent – червень 20. URL: <https://ru.investing.com/commodities/brent-oil>. (Дата звернення: 18.04.2020).

19. What it costs to produce oil. URL:
<https://money.cnn.com/interactive/economy/the-cost-to-produce-a-barrel-of-oil/index.html?iid=EL>. (Дата звернення: 18.04.2020).

ДОДАТКИ





Результати вимірювань у спостережних свердловинах навколо ШВН КП у 2017 році

Результати вимірювань у спостережних свердловинах													
N п/п	Номер свердловини	Абс. відмітка патрубка, м	Абс. відмітка гірла свердл., м	Глибина рівня від патрубка свердловини, м						Товщина шару нафтопродуктів, м			Примітки
				Нафтопродукт			Вода						
				10.03.17	20.03.17	30.03.17	10.03.17	20.03.17	30.03.17				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	202	112,42	111,82	7,89	7,91	7,92	9,21	9,22	9,24	1,32	1,31	1,32	
2	207	109,71	109,01	—	—	—	1,16	1,16	1,13	—	—	—	
3	208	102,81	102,16	—	—	—	6,89	6,94	6,98	—	—	—	Відбір НП
4	214 а	105,55	104,54	7,05	6,99	7,01	7,38	7,46	7,43	0,33	0,47	0,42	Відбір НП
5	215	105,20	104,50	7,14	7,11	7,06	7,59	7,62	7,62	0,45	0,51	0,56	Відбір НП
6	216	105,57	104,83	7,72	7,68	7,74	7,86	7,91	7,93	0,14	0,23	0,19	Відбір НП
7	217	105,33	104,92	—	—	—	7,54	7,59	7,61	—	—	—	
8	218	105,75	105,09	—	—	—	8,08	8,09	8,12	—	—	—	Відбір НП
9	219	103,31	102,45	5,81	5,91	5,88	5,98	6,02	6,03	0,17	0,11	0,15	Відбір НП
10	220	104,12	103,59	6,91	6,95	6,95	7,03	7,06	7,08	0,12	0,11	0,13	Відбір НП
11	222	103,92	103,24	6,76	6,81	6,81	7,21	7,25	7,26	0,45	0,44	0,45	
12	223	104,75	103,92	7,72	7,75	7,76	7,90	7,92	7,93	0,18	0,17	0,17	Відбір НП
13	224	103,28	102,61	5,69	5,68	5,74	5,83	5,84	5,87	0,14	0,16	0,13	
14	227	111,72	111,02	7,30	7,30	7,35	7,81	7,83	7,86	0,51	0,53	0,51	
15	227 а	111,32	110,82	7,35	7,37	7,38	8,47	8,49	8,51	1,12	1,12	1,13	
16	230	110,29	109,57	7,52	7,49	7,54	7,90	7,91	7,95	0,38	0,42	0,41	
17	230 а	110,37	109,97	7,59	7,63	7,64	8,52	8,53	8,56	0,93	0,90	0,92	Відбір НП
18	235 а	105,81	105,06	7,23	7,17	7,26	7,44	7,45	7,49	0,21	0,28	0,23	
19	262	107,25	106,62	8,05	8,06	8,06	8,21	8,25	8,26	0,16	0,19	0,20	
20	273	103,50	102,89	—	—	—	6,02	6,03	6,06	—	—	—	
21	274	101,71	101,24	—	—	—	5,09	5,11	5,14	—	—	—	Відбір НП
22	275	106,45	105,82	7,75	7,60	7,66	8,24	8,28	8,31	0,49	0,68	0,65	
23	276	107,11	106,12	8,56	8,60	8,62	8,72	8,76	8,79	0,16	0,16	0,17	
24	278	104,26	103,46	6,16	6,21	6,26	6,38	6,40	6,41	0,22	0,19	0,15	Відбір НП
25	279	103,88	102,97	5,96	5,91	5,92	6,23	6,26	6,28	0,27	0,35	0,36	Відбір НП
26	286	110,96	110,23	7,63	7,65	7,65	7,68	7,71	7,71	0,05	0,06	0,06	
27	292	112,35	111,15	4,63	4,64	4,68	5,04	5,06	5,09	0,41	0,42	0,41	

Додаток Г

Протокол № 1
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 275 на території Шебелинского ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	35	29	19	18
2	30	23	25	19
3	34	21	36	31
4	36	19	23	21
5	31	11	37	27
6	37	31	31	20
7	30	13	33	21
8	34	20	21	19
9	20	19	22	3
10	27	23	36	17
11	30	29	31	26
12	34	21	32	31
13	33	12	27	25
14	29	18	34	23
15	37	24	36	24
16	38	5	28	17
17	25	15	34	30
18	26	11	25	23
19	14	13	28	22
20	16	4	29	17
21	24	0	26	20
22	9	0	21	30
23	19	0	20	17
24	12	0	24	21
25	9	0	33	25
26	3	0	30	24
27	8	0	16	30
28	3	0	16	14
29	3	0	25	11
30	0	0	21	15
31	0	0	17	0
32	0	0	16	0
33	0	0	18	0
34	0	0	20	0
35	0	0	21	0
36	0	0	16	0

3				
7	0	0	0	0
3				
8	0	0	0	0
3				
9	0	0	0	0
4				
0	0	0	0	0
Середнє арифметичне	17,15	9,025	23,175	16,025
Стандартне відхилення	14,51	10,55	10,06	10,83
Похибка стандартного відхилення	3,24	2,36	2,25	2,42
Дисперсія	210,59	111,20	101,28	117,31
Критерій t-Ст'юдента			-1,53	-2,07
Зменшення довжини відносно контролю, %			-35,13119534	-77,56232687

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків, ґрунти помірно забруднені

Оператор

підпис

Хоменко А.С.

прізвище, ім'я, по батькові

Додаток Д

Протокол № 4
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 275 на території Шебелинского ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід 3	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	31	47	23	40
2	46	67	41	47
3	61	77	61	76
4	52	58	55	69
5	47	57	12	11
6	41	71	36	54
7	44	66	54	48
8	32	49	56	56
9	26	40	27	31
10	45	28	50	35
11	25	31	10	10
12	39	35	51	55
13	13	31	44	75
14	4	26	44	61
15	34	23	70	81
16	22	12	72	13
17	13	11	35	50
18	5	12	51	63
19	4	13	81	71
20	10	6	35	50
21	12	11	33	46
22	2	12	40	11
23	4	4	14	16
24	2	6	3	12
25	3	7	11	12
26	7	8	2	10
27	0	0	3	11
28	0	0	6	0
29	0	0	4	0
30	0	0	5	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	0	0	0	0
36	0	0	0	0
37	0	0	0	0
38	0	0	0	0
39	0	0	0	0
40	0	0	0	0

3 7	0	0	0	0
3 8	0	0	0	0
3 9	0	0	0	0
4 0	0	0	0	0
Середнє арифметичне	15,6	20,2	25,725	27,85
Стандартне відхилення	18,83	24,02	25,10	27,83
Похибка стандарт- ного відхилення	4,21	5,37	5,61	6,22
Дисперсія	354,50	576,83	630,26	774,28
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-1,44	-0,93
Зменшення довжини відносно контролю, %			64,90384615	37,87128713

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків

Оператор

Хоменко А.С.

Додаток Е

Протокол № 14
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 215 на території Шебелинского ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	74	64	56	73
2	72	76	81	62
3	64	71	61	76
4	47	87	64	89
5	66	73	72	75
6	79	85	86	85
7	61	76	87	75
8	94	103	21	35
9	72	98	58	60
10	34	92	70	84
11	71	64	14	26
12	34	39	58	69
13	21	37	45	60
14	3	0	86	69
15	65	81	36	72
16	18	6	56	72
17	57	70	17	36
18	61	74	57	75
19	37	51	47	52
20	51	58	82	70
21	31	70	84	102
22	81	79	83	76
23	49	74	59	51
24	31	46	79	63
25	9	27	121	80
26	3	10	62	62
27	28	13	75	81
28	48	49	26	45
29	16	21	21	17
30	22	17	62	59
31	7	14	40	31
32	22	14	3	8
33	13	18	0	0
34	5	12	0	0
35	2	11	0	0

3 6	7	0	0	0
3 7	4	0	0	0
3 8	0	0	0	0
3 9	0	0	0	0
4 0	0	0	0	0
Середнє арифметичне	36,475	44,5	46,725	49,75
Стандартне відхилення	28,18	33,61	33,31	31,74
Похибка стандартного відхилення	6,30	7,51	7,45	7,10
Дисперсія	794,26	1129,38	1109,49	1007,42
Критерій t-Ст'юдента			-1,05	-0,51
Зменшення довжини відносно контролю, %			-28,10143934	-11,79775281

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04
 Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків, ґрунти слабо забруднені

Оператор

підпис

Хоменко А.С.

прізвище, ім'я, по батькові

Додаток Ж

Протокол № 15
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeum vulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 215 на території Шебелинського ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	35	29	22	32
2	30	23	39	17
3	34	21	16	7
4	36	19	21	20
5	31	11	32	29
6	37	31	35	20
7	30	13	31	16
8	34	20	29	17
9	20	19	9	3
10	27	23	26	14
11	30	29	29	21
12	34	21	41	34
13	33	12	36	19
14	29	18	25	16
15	37	24	24	17
16	38	5	31	20
17	25	15	27	20
18	26	11	22	13
19	14	13	24	12
20	16	4	29	19

2				
1	24	0	14	6
2				
2	9	0	16	7
2				
3	19	0	34	0
2				
4	12	0	32	0
2				
5	9	0	16	0
2				
6	3	0	8	0
2				
7	8	0	22	0
2				
8	3	0	4	0
2				
9	3	0	0	0
3				
0	0	0	0	0
3				
1	0	0	0	0
3				
2	0	0	0	0
3				
3	0	0	0	0
3				
4	0	0	0	0
3				
5	0	0	0	0
3				
6	0	0	0	0
3				
7	0	0	0	0
3				
8	0	0	0	0
3				
9	0	0	0	0
4				
0	0	0	0	0
Середнє арифметичне		17,15	9,025	17,35
				9,475
Стандартне відхилення		14,51	10,55	13,90
Похибка стандартного відхилення		3,24	2,36	3,11
Дисперсія		210,59	111,20	193,11
Критерій t-Ст'юдента				-0,04
Зменшення довжини відносно контролю, %				-0,14
			-1,166180758	-4,986149584

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба не виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків

Оператор

Хоменко А.С.

підпис

прізвище, ім'я, по батькові

Протокол № 22
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 214а на території Шебелинського ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	74	64	35	34
2	72	76	27	36
3	64	71	19	37
4	47	87	41	33
5	66	73	34	22
6	79	85	27	32
7	61	76	17	28
8	94	103	21	36
9	72	98	22	30
10	34	92	27	24
11	71	64	21	11
12	34	39	23	21
13	21	37	22	27
14	3	0	32	31
15	65	81	26	30
16	18	6	31	29
17	57	70	40	32
18	61	74	27	41
19	37	51	20	36
20	51	58	37	28
21	31	70	29	32
22	81	79	25	29
23	49	74	31	31
24	31	46	37	33
25	9	27	13	11
26	3	10	27	17
27	28	13	20	22
28	48	49	14	23
29	16	21	6	5
30	22	17	9	11
31	7	14	27	29
32	22	14	17	13
33	13	18	28	26
34	5	12	11	0
35	2	11	17	0

3 6	7	0	10	0
3 7	4	0	9	0
3 8	0	0	4	0
3 9	0	0	0	0
4 0	0	0	0	0
Середнє арифметичне	36,475	44,5	22,075	22
Стандартне відхилення	28,18	33,61	10,57	12,97
Похибка стандарт- ного відхилення	6,30	7,51	2,36	2,90
Дисперсія	794,26	1129,38	111,81	168,26
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			2,14	2,79
Зменшення довжини відносно контролю, %			39,47909527	50,56179775

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків, ґрунти помірно забруднені

Оператор

підпис

Хоменко А.С.

прізвище, ім'я, по батькові

Протокол № 23
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 214а на території Шебелинського ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	75	64	25	36
2	72	76	4	18
3	64	77	47	76
4	43	87	9	47
5	66	73	18	46
6	78	85	22	64
7	61	76	42	16
8	94	107	13	47
9	72	98	50	18
10	34	92	27	16
11	72	64	55	51
12	34	39	35	35
13	21	37	48	52
14	3	0	51	36
15	65	81	27	53
16	18	6	16	18
17	57	70	35	18
18	61	74	45	41
19	37	51	21	24
20	51	58	46	23
21	31	70	31	16
22	81	79	23	28
23	49	74	11	27
24	31	46	35	34
25	9	27	18	30
26	3	10	5	28
27	28	13	16	0
28	48	49	17	0
29	16	21	12	0
30	22	17	11	0
31	7	14	7	0
32	22	14	5	0
33	13	18	18	0
34	5	12	8	0
35	2	11	0	0
36	7	0	0	0

3 7	4	0	0	0
3 8	5	0	0	0
3 9	7	0	0	0
4 0	0	0	0	0
Середнє арифметичне	36,7	44,75	21,325	22,45
Стандартне відхилення	27,81	33,92	16,88	21,11
Похибка стандарт- ного відхилення	6,22	7,59	3,77	4,72
Дисперсія	773,50	1150,81	284,99	445,64
Критерій t-Ст'юдента			2,11	2,50
Зменшення довжини відносно контролю, %			19,89373297	21,83240223

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною паростків, ґрунти слабо забруднені

Оператор

підпис

Хоменко А.С.

прізвище, ім'я, по батькові

Додаток Л

Протокол № 31
Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту
на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 222 на території Шебелинского ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	74	64	96	82
2	72	76	37	42
3	64	71	87	78
4	47	87	67	84
5	66	73	83	56
6	79	85	58	81
7	61	76	76	77
8	94	103	9	25
9	72	98	76	82
10	34	92	66	72
11	71	64	80	66
12	34	39	71	95
13	21	37	16	27
14	3	0	49	50
15	65	81	3	6
16	18	6	85	66
17	57	70	121	81
18	61	74	47	55
19	37	51	89	64
20	51	58	63	75
21	31	70	67	77
22	81	79	54	53
23	49	74	43	50
24	31	46	85	84
25	9	27	103	61
26	3	10	69	61
27	28	13	17	13
28	48	49	34	25
29	16	21	80	65
30	22	17	71	63
31	7	14	64	61
32	22	14	84	76
33	13	18	94	67
34	5	12	95	77
35	2	11	82	71

3 6	7	0	96	76
3 7	4	0	81	71
3 8	0	0	63	67
3 9	0	0	41	25
4 0	0	0	58	50
Середнє арифметичне	36,475	44,5	66,5	61,425
Стандартне відхилення	28,18	33,61	26,47	21,05
Похибка стандартного відхилення	6,30	7,51	5,92	4,71
Дисперсія	794,26	1129,38	700,77	443,23
Критерій <i>t</i> -Ст'юдента			-3,47	-1,91
Зменшення довжини відносно контролю, %			-82,31665524	-38,03370787

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків, ґрунти брудні

Оператор

підпис

Хоменко А.С.

прізвище, ім'я, по батькові

Додаток М

Протокол № 35

Визначення фітотоксичності водної витяжки з проби ґрунту на вищих рослинах (*Hordeumvulgare*)

Місце відбору проби : ст. Андріївка, спостережлива свердловина 222 на території Шебелинського ВПГКН

Дата і час відбору проби 14.07.2019

Дата і час початку тестування 17.07.2019

Тривалість біотестування 96 год.

Номер рослини	Контроль		Дослід	
	корені, мм	паростки, мм	корені, мм	паростки, мм
1	74	64	14	23
2	72	76	21	29
3	64	71	22	21
4	47	87	32	23
5	66	73	30	33
6	79	85	15	12
7	61	76	29	34
8	94	103	13	27
9	72	98	20	24
10	34	92	24	20
11	71	64	31	28
12	34	39	9	26
13	21	37	26	24
14	3	0	20	16
15	65	81	26	31
16	18	6	9	22
17	57	70	16	20
18	61	74	26	23
19	37	51	21	16
20	51	58	9	14
21	31	70	31	26

2	2			
2	2	81	79	17
2	3	49	74	27
2	4	31	46	20
2	5	9	27	27
2	6	3	10	12
2	7	28	13	7
2	8	48	49	8
2	9	16	21	23
3	0	22	17	8
3	1	7	14	17
3	2	22	14	12
3	3	13	18	13
3	4	5	12	6
3	5	2	11	7
3	6	7	0	5
3	7	4	0	0
3	8	0	0	0
3	9	0	0	0
4	0	0	0	0
Середнє арифметичне		36,475	44,5	16,325
Стандартне відхилення		28,18	33,61	9,60
Похибка стандартного відхилення		6,30	7,51	2,15
Дисперсія		794,26	1129,38	92,17
Критерій t-Ст'юдента				3,03
Зменшення довжини відносно контролю, %				55,24331734
				64,43820225

Табличне значення критерію Стюдента для рівня вірогідності $p=0,05$ і числа ступенів свободи 38 складає 2,04

Результат визначення фітотоксичності ґрунту: проба виявляє фітотоксичність за довжиною коренів та паростків, ґрунти брудні

Оператор

Хоменко А.С.

підпис

прізвище, ім'я, по батькові