

Державна установа
«Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва
Національної академії медичних наук України»

КУЛАГІН ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 614.77:504.5:543.275.2:614.78/.79.

**ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ТА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ВМІСТУ
НАФТОПРОДУКТІВ У ЧОРНОЗЕМНОМУ ҐРУНТІ І ШЛЯХИ ЙОГО
БІОЛОГІЧНОЇ РЕМЕДІАЦІЇ**

03.00.16 – екологія (медичні науки)

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України».

Науковий керівник: доктор медичних наук, професор
Шевченко Олександр Анатолійович,
ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»,
професор кафедри гігієни та екології

Офіційні опоненти:

доктор медичних наук **Станкевич Валерій Васильович**, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», завідувач лабораторії гігієни ґрунту та відходів

доктор медичних наук, професор **Коршун Марія Михайлівна**, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця МОЗ України, професор кафедри комунальної гігієни та екології людини з секцією гігієни дітей та підлітків

Захист відбудеться «_____» _____ 2017 року о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.604.01 в ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України» за адресою: 02660, м. Київ-94, вул. Попудренка, 50.

З дисертацією можна ознайомитись в науковій бібліотеці ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України» за адресою: 02660, м. Київ-94, вул. Попудренка, 50.

Автореферат розісланий «_____» _____ 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук

О. М. Литвиченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. З розвитком суспільства збільшуються об'єми використання нафтопродуктів [Солнцева Н. П., 1998]. Промисловість, транспорт, оборонний комплекс – практично всі ланки економічної інфраструктури стикаються з проблемою забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами в процесі їх виробництва з сирової нафти, подальшого зберігання, транспортування та використання. Ґрунтовий покрив – один із найважливіших компонентів навколишнього природного середовища, що відчуває на собі негативний вплив нафтопродуктів [Станкевич В. В., Коваль Н. М., 2012]. Ґрунти під впливом забруднення нафтопродуктами відновлюються набагато гірше, ніж водне та повітряне середовище, здатні акумулювати і закріплювати екзогенні хімічні речовини, що в свою чергу несе значну небезпеку для людини і для біосфери в цілому [Мелехова О. П., Егорова Е. І., Евсеєва Т. І. та ін., 2007].

Забруднення ґрунту нафтопродуктами може призвести до цілого ряду негативних наслідків, зокрема: порушення екологічної рівноваги в ґрунтовому біоценозі, пригнічення життєдіяльності аборигенних організмів ґрунту, знищення або деградації рослинного покриву, зміни структури ґрунту, зменшення аерації та дренажу, зниження продуктивності сільськогосподарських земель тощо [Васильєв А. В., Заболотських В. В., Тупіцина О. В. та ін., 2012].

Джерелами забруднення ґрунту нафтопродуктами можуть бути всі підприємства, діяльність яких пов'язана з видобуванням, зберіганням та очищенням нафти і стоків, переробкою та транспортуванням нафти і нафтопродуктів та їх споживанням, а також майже всі види сучасного автомобільного, водного, повітряного, залізничного транспорту. Основна частина забруднення відноситься до процесів транспортування нафти, а загальні втрати нафтопродуктів при їх видобуванні, переробці, транспортуванні і використанні складають близько 45 млн. т на рік, тобто майже 2-3 % від усього видобутку [Тимків Д. Ф., Онацько Р. Г., Наследнікова М. А., 2009]. Пов'язане з цим забруднення довкілля характерно перш за все для великих міст, що мають розвинуту транспортну індустрію, об'єкти виробництва, зберігання та використання нафтопродуктів [Другов Ю. С., Родін О. О., 2009]. Існує стала думка, що сучасні масштаби споживання нафтопродуктів у містах обумовлюють розповсюдження площ забруднених ґрунтів з «традиційних» територій – промислових і транспортних зон, на дільниці сільбищної забудови та рекреаційні об'єкти завдяки інтенсивному руху автотранспорту, відсутності достатньої мережі облаштованих об'єктів паркування та стихійного утворення масових стоянок безпосередньо на прибудинкових територіях [Піковський Ю. І., Геннадієв А. Н., Чернянський С. С. та ін., 2009]. З іншого боку бракує сучасної комплексної інформації щодо вмісту нафтопродуктів у різних функціональних зонах крупних промислових міст.

Вплив нафтопродуктів на ґрунтову систему є доволі специфічним, що створює труднощі при виробленні критеріїв їх допустимого вмісту та примушує користуватись орієнтовно допустимими концентраціями, розробленими для об'єктів нафтовидобування у 80-х роках минулого століття [Сердюк А. М., Черниченко І. О.,

Литвиченко О. М., та ін., 2004; Гончарук Є. Г., Салата О. В., Коршун М. М., та ін., 2004]. При цьому натепер в Україні відсутні національні гігієнічні регламенти (ГДК) для нафтопродуктів у ґрунтах.

Загальновизнаною є проблема термінального забруднення ґрунту при аварійних ситуаціях [Арнес В. Ж., Гридін О. М., Яншин А. Л., 2008]. Природне відновлення ґрунтових екосистем в таких випадках є довготривалим і складним процесом, а пошук ефективних, перш за все біологічних та комплексних, методів для прискорення ремедіації таких ґрунтів залишається актуальною науковою задачею для фахівців з ґрунтознавства, екології, хімії, гігієни [Шевчик Л. З., Романюк О. І., 2017].

Отже, обґрунтування та розробка гігієнічних регламентів нафтопродуктів у ґрунті для адекватної оцінки ступеню та небезпеки забруднення територій сучасних промислових міст і подальшого проведення ефективної біологічної ремедіації ґрунтів є актуальною науково-практичною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є самостійною науково-дослідницькою роботою, яку виконано в рамках ініціативної НДР кафедри гігієни та екології ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»: «Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних заходів щодо попередження негативного впливу техногенних факторів на довкілля та стан здоров'я населення» (№ держреєстрації 0108U011276).

Мета дослідження: еколого-гігієнічна оцінка контамінації нафтопродуктами земель на території великого індустріального міста та наукове обґрунтування гігієнічного нормативу дизельного палива і оптимальних методів біологічної ремедіації забруднених ґрунтів.

Завдання дослідження:

1. Узагальнити наукову інформацію щодо сучасних еколого-гігієнічних проблем, пов'язаних з обігом нафтопродуктів на урбанізованих територіях в Україні та за кордоном.

2. Вивчити просторові особливості та кількісні параметри забруднення нафтопродуктами земель різних цільових категорій в умовах великого індустріального міста (на прикладі м. Дніпро).

3. Визначити пріоритетний продукт нафтопереробки для гігієнічного нормування в ґрунті населених місць на підставі дослідження стабільності найбільш поширених видів автомобільного палива в умовах лабораторного експерименту.

4. Встановити порогові концентрації обраного продукту нафтопереробки в лабораторному експерименті за фітотоксичною дією, за загальносанітарним та водно-міграційним показниками шкідливості та обґрунтувати гігієнічний норматив продукту нафтопереробки у чорноземі звичайному малогумусному на лесі.

5. Оцінити ефективність біологічної ремедіації ґрунтів, забруднених нафтопродуктами, при використанні комбінованих сорбентів в натурних та лабораторних умовах.

6. Запропонувати систему еколого-гігієнічних попереджувальних та реабілітаційних заходів з охорони ґрунту населених місць від забруднення нафтопродуктами.

Об'єкт дослідження: забруднення нафтопродуктами земель різного цільового призначення в умовах індустріального міста, поведінка нафтопродуктів у системі «грунт – суміжні середовища», відновлення забруднених ґрунтів з застосуванням комбінованих сорбентів.

Предмет дослідження: вміст нафтопродуктів у ґрунтах сельбищних, рекреаційних та промислових зон індустріального міста, вплив дизельного палива на мікроорганізми ґрунту, вертикальна міграція дизельного палива в чорноземі звичайному та його фітотоксична дія на тест-рослини, вплив комбінованих сорбентів на вміст нафтопродуктів у ґрунті.

Методи дослідження: бібліографічний метод, методи лабораторного та натурального гігієнічних експериментів, при проведенні яких використані метод біологічного тестування, фізико-хімічні (гравіметричний та флуориметричний методи), санітарно-мікробіологічні, санітарно-статистичні методи.

Наукова новизна дослідження. У результаті проведеного дослідження вперше:

- здійснено еколого-гігієнічну оцінку рівнів забруднення нафтопродуктами ґрунтів різного функціонального призначення на території великого індустріального міста, показано, що забруднення нафтопродуктами природних, або відновлених до природного стану ґрунтів в межах окремих функціональних зон міста, ґрунтів промислових територій та санітарно-захисних зон є допустимим;

- обґрунтовано гігієнічний норматив нафтопродуктів у ґрунті – 1000 мг/кг на підставі встановлення особливостей негативного впливу дизельного пального на чорноземі звичайні малогумусні на лесі за фітотоксичним, загальносанітарним, водно-міграційним показниками шкідливості;

- отримано нові данні щодо ефективності застосування комплексних біопрепаратів на основі різних культур мікроорганізмів-біодеструкторів в натурних та експериментальних умовах, конкретизовано оптимальні умови застосування біопрепаратів у фіксованому та рідкому стані;

- на підставі встановленого гігієнічного нормативу науково обґрунтовано показники гігієнічної оцінки ступеню забруднення ґрунту нафтопродуктами для прогнозування можливості його ремедіації та способу подальшого використання забруднених ділянок.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі результатів роботи:

- подано для затвердження МОЗ України проект гігієнічного нормативу нафтопродуктів у ґрунті;

- для впровадження в профілактичну роботу органів місцевого самоврядування, Держпродспоживнагляду, Центрів громадського здоров'я видано інформаційні листи «Методика оцінки забруднення нафтопродуктами ґрунту населених місць для розробки профілактичних та реабілітаційних заходів» та «Використання комплексних біопрепаратів для реабілітації забруднених нафтопродуктами ґрунтів в умовах населених місць»;

- для користування структурами Міністерства екології та природних ресурсів України та підприємств екологічного спрямування запропоновано систему

комплексних еколого-гігієнічних попереджувальних та реабілітаційних заходів з охорони ґрунту населених місць в залежності від інтенсивності забруднення нафтопродуктами.

Результати роботи впроваджені у діяльність органів місцевого самоврядування Дніпропетровської області, науковий та педагогічний процес вищих медичних закладів України: ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, Харківського національного медичного університету, Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, Запорізького державного медичного університету, Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, Української медичної стоматологічної академії.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведений патентно-інформаційний пошук, складений аналітичний огляд вітчизняної та іноземної літератури, сформульовані мета та завдання дослідження; здійснена еколого-гігієнічна оцінка рівнів забруднення нафтопродуктами ґрунтів різних функціональних зон м. Дніпро; проведена переважна більшість експериментальних досліджень з вивчення стабільності нафтопродуктів у ґрунті, закономірностей міграції дизельного палива в системі «ґрунт – ґрунтові води», фітотоксичної дії дизельного палива на тест-рослини, впливу дизельного палива на мікробіоценоз ґрунту, біоремедіації забрудненого нафтопродуктами ґрунту; обґрунтовано гігієнічний норматив дизельного палива в чорноземі звичайному малогумусному на лесі; проведено статистичну обробку матеріалів, аналіз та узагальнення отриманих результатів, обґрунтування висновків та написання всіх розділів роботи.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертації доповідались на науково-практичних конференціях з міжнародною участю «Довкілля та здоров'я» (Тернопіль, 2016), «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (Трускавець, 2016), «Профілактична медицина: здобутки сьогодення та погляди у майбутнє» (Дніпропетровськ, 2016), «Наука України: проблеми сьогодення та перспективи розвитку» (Київ, 2016), «Актуальні питання діагностики, лікування і профілактики професійних захворювань в Україні» (Кривий Ріг, 2016), «XV–е читання В. В. Подвысоцкого» (Одеса, 2016), на пленумі «Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения» (Москва, 2015).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 12 наукових праць. Серед них – 5 статей у фахових виданнях, з яких 1 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, та 7 тез доповідей на конференціях, з'їздах і конгресах. Матеріали дисертації відображені у 2 інформаційних листах.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, які включають огляд літератури, опис матеріалів і методів досліджень, результати власних досліджень, їх аналіз і узагальнення; висновків, списку використаних джерел із 271 найменувань, у тому числі 70 іноземних, 10 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 170 сторінок комп'ютерного тексту, який містить 100 сторінок основного змісту. Цифрові дані подано у 25 таблицях, проілюстровано в 15 рисунках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, визначено її зв'язок із науковою діяльністю кафедри гігієни та екології ДЗ «ДМА МОЗ України», указано мету та задачі дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, наведено інформацію щодо апробації та публікації результатів дослідження.

У *розділі 1* подано аналітичний огляд вітчизняних та зарубіжних літературних джерел щодо вивчення сучасного стану забруднення ґрунту нафтою та нафтопродуктами. За результатами систематизації та узагальнення інформації встановлено, що, зважаючи на промислові масштаби видобутку та переробки нафти та нафтопродуктів в Україні, вивчення забруднення ґрунту цими речовинами є актуальним завданням. Показано та оцінено основні джерела забруднення ґрунту нафтою та нафтопродуктами, наголошено на практичній відсутності моніторингу за їх вмістом у міських ґрунтах в останні десять років. Визначено проблему відсутності в Україні розроблених та затверджених ГДК для нафтопродуктів у ґрунті та неможливість через це об'єктивної оцінки небезпеки його забруднення.

У *розділі 2* наведено програму, матеріали, етапи, методи та обсяги досліджень (рис. 1).

При реалізації програми роботи були використані методи лабораторного та натурного гігієнічних експериментів, біологічного тестування, фізико-хімічні, мікробіологічні, санітарно-статистичні. В натурних дослідженнях визначено вміст нафтопродуктів у ґрунті різних функціональних зон м. Дніпро (сельбищної, промислової та рекреаційної).

Відбір та підготовку проб ґрунту проводили відповідно до вимог ДСТУ ISO 10381-1:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб», та ГОСТ 17.4.3.01-86 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Для досягнення єдиних погодних умов у межах місцевого клімату проби відбирали влітку за короткий проміжок часу (2 тижні). При відборі проб свідомо уникали ділянок з технологічними проливами нафтопродуктів (трамвайні колії і т. п.). Масову частку нафтопродуктів у ґрунті визначали за методикою виконання вимірювань (МВВ) № 081/12-0116-03. «Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом».

Лабораторні експерименти з вивчення стабільності нафтопродуктів у ґрунті, міграції нафтопродуктів в системі «ґрунт – ґрунтові води», фітотоксичної дії дизельного палива на тест-рослини, впливу дизельного палива на загальну численність ґрунтової мікрофлори проведено згідно з «Методическими рекомендациями по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве» (М., 1982) та за «Гигиеническое нормирование химических веществ в почве» (М., 1986). При цьому використовували дизельне паливо згідно з ДСТУ 4840:2007 «Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови» та бензин марки А-92 згідно з ДСТУ 4839:2007 «Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови».



Рис. 1. Програма, матеріали, етапи, методи та обсяги досліджень.

Як ґрунтову модель використано чорнозем звичайний малогумусний на лесі, що є типовим для більшої частини степової зони України та природних ділянок м. Дніпро. Порівняно з іншими чорноземами він має більшу фільтрувальну та

меншу сорбційну здатності, меншу самоочищувальну активність, що дозволяє певною мірою поширити отримані результати на інші типи чорноземів.

При вивченні фітотоксичної дії дизельного палива як тест-рослин були обрані значно поширені на території України пшениця озима та редис скоростиглий, що відносяться до двох різних родин (Злакових та Хрестоцвітів), мають досить короткий вегетаційний період і є найбільш чутливими до дії дизельного палива [Рубін В.М., Ільюкова І.І., 2014].

При вивченні ремедіації забрудненого нафтопродуктами ґрунту в натурних та лабораторних умовах використовували два біопрепарати: а) за ТУ У 24.6-35780370-001: 2009 з іммобілізованими на нафтопоглинальному сорбенті (подрібнене деревне вугілля, фракція 1-5 мм) активними штами вуглеводнеокислювальних актинобактерій видів *Dietzia maris*, *Gordonia rubripertincta*, *Rhodococcus erythropolis*; б) за ТУ У 37.2-30171732-001: 2008 на базі авірулентних нафтоокислюючих бактерій роду *Pseudomonas fluorescens*.

Натурні та лабораторні дослідження здійснено на базі Дніпропетровського обласного лабораторного центру Держсанепідслужби у Дніпропетровській області (договір № 2425 від 02.07.2015 р.) та «Придніпровського регіонального центру з питань еколого-гігієнічної та медико-біологічної оцінки об'єктів навколишнього середовища» ДЗ «ДМА МОЗ України» (договір № 512036 від 01.02.2014 р.).

Статистичну обробку та аналіз результатів дослідження проведено за допомогою методів варіаційної статистики з використанням пакетів програм Microsoft Excel-2007 та STATISTICA 6.1. (StatSoftInc., серійний № AGAR909E415822FA).

У розділі 3 подано результати вивчення забруднення нафтопродуктами ґрунту різних функціональних зон м. Дніпро. Встановлено, що в усіх без винятку пробах ґрунту, які були відібрані з промислових територій (150 проб), з територій рекреаційного призначення (60 проб) та з територій житлового призначення (190 проб) вміст нафтопродуктів був нижчим за чутливість методу визначення – 20,0 мг/кг, і складав < 0,1 ОДК (200 мг/кг).

У розділі 4 представлено результати з вивчення стабільності нафтопродуктів у ґрунті, міграції нафтопродуктів в системі «ґрунт–ґрунтові води», фітотоксичної дії дизельного палива на тест-рослини, впливу дизельного палива на загальну численність ґрунтової мікрофлори.

В ході проведення лабораторного експерименту з **вивчення стабільності нафтопродуктів у ґрунті** порівнювали найбільш розповсюджені види моторного пального – бензину та дизельного палива (рис. 2). Встановлено, що значне зниження концентрацій у ґрунті бензину А-92 відбувається вже на 3 добу: $0,1 \pm 0,057$, $0,1 \pm 0,057$ та $0,833 \pm 0,484$ г/100 г при внесеній кількості 1,0; 5,0 та 10,0 г/100 г ґрунту відповідно. Вже починаючи з 7 доби і до кінця експерименту при вихідній концентрації бензину А-92 1 г/100 г його вміст був нижче чутливості методу (20,0 мг/кг). Починаючи з 7 доби за весь період експерименту при вихідній концентрації бензину 5 г/100 г його середній вміст у ґрунті коливався в межах (0,1-0,033) г/100 г, а при концентрації 10 г/100 г середні показники становили (0,47-0,70) г/100 г. На відміну від бензину дизельне паливо значно довше затримувалось в ґрунті. На 3

добу експерименту концентрації дизельного палива становили $0,633 \pm 0,033$ г/100 г, $3,566 \pm 0,176$ г/100 г та $6,666 \pm 0,448$ г/100 г при внесенні 1,0; 5,0 та 10,0 г/100 г відповідно. Починаючи з 7 доби і до кінця експерименту середні концентрації дизельного палива знижувались у межах $(0,633-0,546)$ г/100 г; $(3,566-2,833)$ г/100 г та $(6,666-5,366)$ г/100 г при внесенні 1,0; 5,0 та 10,0 г/100 г відповідно.

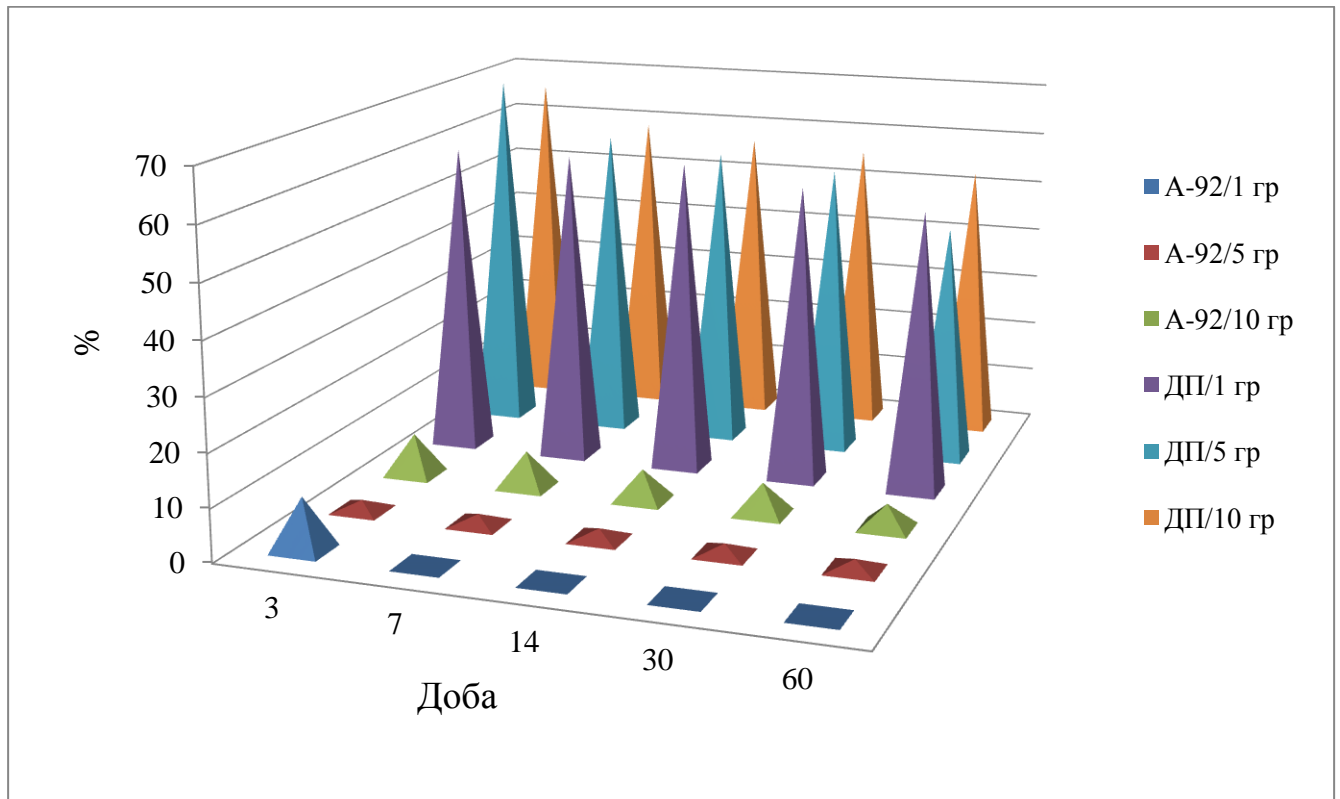


Рис. 2. Динаміка залишку дизельного палива та бензину А-92 у чорноземі звичайному (% від початкових концентрацій).

Для прогнозування тривалості та наслідків техногенного забруднення ґрунту нафтопродуктами важливим є з'ясування періоду їх напіврозпаду (T_{50}) та повної деструкції (T_{99}) завдяки дії комплексу факторів (типу нафтопродуктів, типу ґрунту та потенціалу самоочищення, зовнішніх погодних умов і т.д.). В лабораторному експерименті встановлено, що період повного розпаду (T_{99}) для бензину марки А-92 при дозі внесення 10 г/кг становить 170 діб. Дизельне паливо в тотожній вихідній кількості значно довше затримується у ґрунті, а час його повної деструкції (T_{99}) триває 741 добу (рис. 3). З огляду на отримані результати за ознакою стабільності у ґрунті для подальшої гігієнічної регламентації було обрано дизельне паливо.

При **вивченні фітотоксичної дії на тест-рослини** дієвою концентрацією дизельного палива вважали таку, що спричиняла пригнічення росту паростків та гальмувала розвиток коренів тест-рослин не менше, ніж на 20 % відносно контролю. Встановлено, що у контрольний термін спостереження на 7 добу експерименту дизельне паливо в концентрації 0,5 та 1,0 г/кг не спричиняло значного впливу на схожість насіння редису, яка пригнічувалась відповідно на 13,8 % та 20,0 % відносно контролю. Концентрації дизельного палива 1,5; 2,0; 4,0 та 6,0 г/кг більш негативно

діяли на насіння, схожість якого пригнічувалась відповідно на 24,2 %, 21,2 %, 26,0 % та 42,3 % відносно контролю.

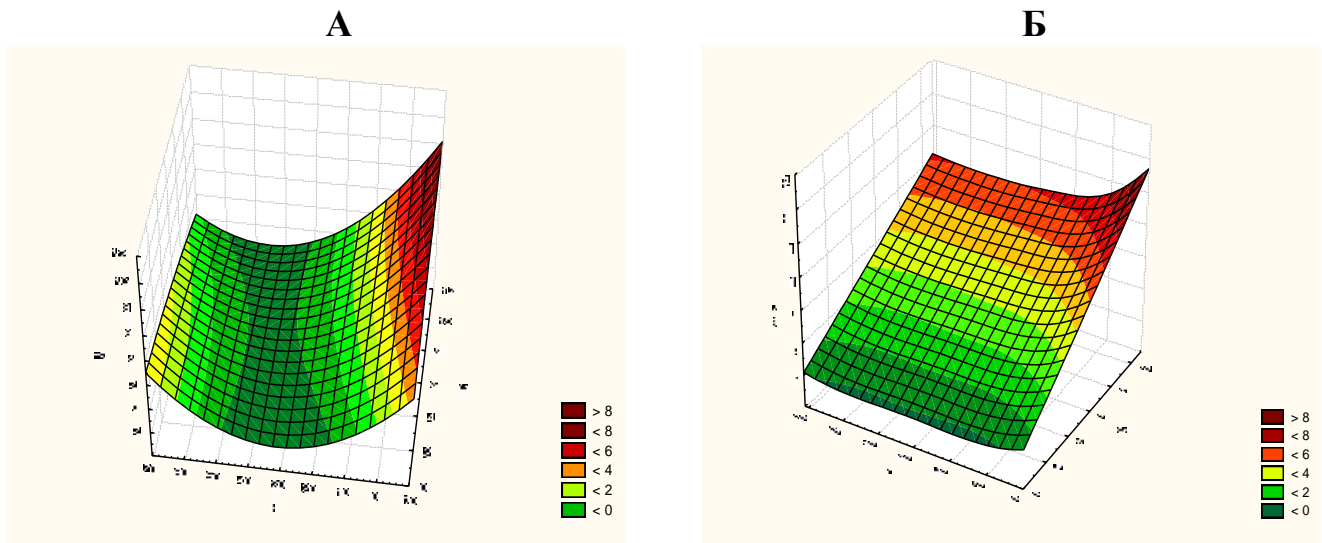


Рис. 3. Модельна залежність «концентрація (C) – час (t) – ефект (Y)» при деструкції бензину А-92 (А) та дизельного палива (Б) в чорноземі звичайному.

При оцінці довжини *коренів редису* встановлено, що концентрації дизельного палива 0,5, 1,0 і 1,5 г/кг не пригнічують росту кореневої системи. Всі більші концентрації були діючими: на 7 добу спостереження відбувалось пригнічення росту кореневої системи редису відносно контролю на 20,6 % при концентрації дизельного палива 2,0 г/кг; на 24,2 % – при концентрації 4,0 г/кг; на 29,1 % – при концентрації 6 г/кг. При цьому середня довжина коренів редису порівняно з контролем ($5,88 \pm 0,32$) см становила при різних концентраціях дизельного палива: 0,5 г/кг – ($5,17 \pm 0,27$) см ($p > 0,05$); 1,0 г/кг – ($5,30 \pm 0,25$) см ($p > 0,05$); 1,5 г/кг – ($5,05 \pm 0,30$) см ($p > 0,05$); 2,0 г/кг – ($4,67 \pm 0,18$) см ($p < 0,01$); 4,0 г/кг – ($4,46 \pm 0,22$) см ($p < 0,01$); 6,0 г/кг ($4,17 \pm 0,22$) см ($p < 0,01$).

При дослідженні впливу дизельного палива на схожість *насіння пшениці* зі збільшенням концентрації речовини також відмічено посилення її негативної дії. На 7 добу лабораторного експерименту недієвими були початкові концентрації 0,5 і 1,0 г/кг, при яких різниця кількості пророслих зерен відносно контролю складала 0 % і 1,2 % відповідно. Негативний вплив спричиняли всі більші концентрації (1,5, 2,0, 4,0 та 6,0 г/кг), що пригнічували схожість зерен відносно контролю на 27,5 %, 30,1 %, 35,0 % та 47,4 % відповідно.

При дослідженні довжини коренів пшениці було встановлено, що дизельне паливо в обраних для дослідження робочих концентраціях 0,5 і 1,0 г/кг не пригнічує ріст кореневої системи пшениці. Відхилення від контролю становили 14,9 і 14,2 % відповідно. В той же час на 7 добу спостереження відбувалось пригнічення росту кореневої системи на 24,7 % порівняно до показників контролю при концентрації дизельного палива 1,5 г/кг; на 27,5 % – при концентрації 2,0 г/кг; на 40,3 % – при концентрації 4,0 г/кг; на 42,2 % – при концентрації 6,0 г/кг. На 7 добу експерименту середня довжина коренів пшениці порівняно з контролем ($13,23 \pm 0,26$) см при різних

концентраціях дизельного палива становила: 0,5 г/кг – (11,25±0,20) см ($p<0,01$); 1,0 г/кг – (11,34±0,28) см ($p<0,01$); 1,5 г/кг – (9,96±0,36) см ($p<0,01$); 2,0 г/кг – (9,65±0,35) см ($p<0,01$); 4,0 г/кг – (7,89±0,30) см ($p<0,01$); 6,0 г/кг – (7,64±0,30) см ($p<0,01$).

Для більшого наближення умов фітотесту до природних на другому етапі лабораторного експерименту зерна озимої пшениці висіювали у пластикові пляшки, які містили 0,5 кг чорнозему звичайного, доведеного до 60 % від повної вологомисткості. У дослідний ґрунт додавали 1, 2, 4, 8, 10, 12, 14 г/кг дизельного палива, облік результатів здійснювали на 3, 7, 15, 20, 30 добу. Результати оцінювання гальмування розвитку проростків пшениці та обліку середньої довжини коренів дозволили встановити порогові концентрації дизельного палива за фітотоксичною дією (табл. 1).

Таблиця 1

Порогові концентрації дизельного палива у чорноземі звичайному за результатами фітотестів

Показник	Статус концентрації	Зміни (%) по відношенню до контролю / концентрація дизельного палива у ґрунті, (г/кг)			Порогова концентрація дизельного палива у ґрунті, (мг/кг)
		редис, 7 доба	пшениця, 7 доба	пшениця, 30 доба	
Візуальний облік кількості паростків	Максимальна недіюча	13,8/0,5	1,2/1,0	15,0/1,0	1000
	Мінімальна діюча	20,0/1,0	27,5/1,5	25,0/2,0	
Середня довжина коренів	Максимальна недіюча	14,1/1,5	14,2/1,0*	13,9/1,0	1000
	Мінімальна діюча	20,6/2,0*	24,7/1,5*	23,4/2,0*	
Фітотоксичність	Порогова	1,0	1,0	2,0	1000

Примітка: * – розходження з контролем вірогідні за t-критерієм Стьюдента.

При вивченні впливу дизельного палива на загальну численність ґрунтових мікроорганізмів у чорноземному ґрунті було враховано, що, згідно з чисельними літературними даними, нафтопродукти при концентраціях до 50 г/кг у ґрунті спричиняють ефект біологічної стимуляції, пов'язаний з появою органічного поживного субстрату для деяких типів мікроорганізмів [Сморкалов І. А., 2009]. Саме тому дієвим результатом в наших дослідженнях вважались як від'ємні, так і позитивні зміни загальної кількості мікроорганізмів у досліджуваних ґрунтах по відношенню до контролю більш ніж на 50 %. Встановлено, що в контрольних зразках чорнозему звичайного впродовж всього експерименту спостерігали збільшення показника загального мікробного числа з $1,3 \times 10^3$ до $3,3 \times 10^5$ колоній утворюючих одиниць (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту. Подібну динаміку реєстрували і при концентрації дизельного палива 1 г/кг. При концентрації 1,5 г/кг відмічали поступове збільшення загального мікробного числа з 1 по 7 добу з 1×10^3 до 7×10^3 КУО/г. Починаючи з 15 доби і до кінця експерименту спостерігали стимулюючу дію дизельного палива, а численність ґрунтових мікроорганізмів коливалася в межах $2,8 \times 10^5$ - $4,1 \times 10^5$ КУО/г, що в свою чергу перевищувало контрольні показники загального мікробного числа на (24-47) %. На 7 добу

експерименту при концентрації 3,5 г/кг відмічали зменшення численності мікроорганізмів на 54 % відносно контролю; загальне мікробне число становило $4,6 \times 10^3$ КУО/г. У робочих концентраціях 2,0 і 3,0 г/кг з 1 по 20 добу також зберігалася тенденція до збільшення загального мікробного числа, яке коливалось в межах від 1×10^3 до $3,7 \times 10^5$ КУО/г. Відмічали поодинокі випадки перевищення численності ґрунтових мікроорганізмів відносно контролю: на 20 добу при концентрації 2,0 г/кг (на 19 %) та на 15 добу при концентрації 3,5 г/кг (на 26 %). На 30 добу експерименту було зафіксовано перевищення численності ґрунтових мікроорганізмів в межах (30-42) % у концентраціях 2,0; 3,0 та 3,5 г/кг. При концентраціях 4,0 та 15,0 г/кг вже з першої доби відмічали стимулюючу дію речовини, а загальне мікробне число становило $1,5 \times 10^3$ КУО/г в обох зразках. Починаючи з 5 доби і до кінця експерименту численність ґрунтових мікроорганізмів коливалася в межах 5×10^3 - $7,7 \times 10^5$ КУО/г та перевищувала на 30 добу експерименту показники відносно контролю на 91 і 133 % відповідно при вмісті дизельного палива 4,0 і 15,0 г/кг. При концентрації 30,0 г/кг, починаючи з 5 доби і впродовж усього експерименту, відмічали збільшення загального мікробного числа, яке на 30 добу становило $6,5 \times 10^5$ КУО/г, що перевищувало показник відносно контролю на 99 %. Таким чином встановлено, що діючими концентраціями, які впродовж 5-7 діб спричиняють зміни чисельності ґрунтової мікрофлори відносно контролю більш ніж на 50 %, є 4,0; 15,0; та 30,0 г/кг, а порогова складає 3,5 г/кг.

Водно-міграційний показник шкідливості вивчали в лабораторному експерименті із застосуванням фільтраційних колон при внесенні дизельного палива в чорнозем у кількостях 3,0; 6,0; 10,0 та 13,0 г/кг. Встановлено, що концентрації речовини у фільтраті впродовж експерименту коливалися в межах 0,055-0,071; 0,124-0,193; 0,198-0,235 та 0,256-0,298 г/дм³ відповідно, тобто не перевищували чинного ГДК_{вв} для нафтопродуктів – 0,3 мг/дм³. При вихідних концентраціях дизельного пального у чорноземі на рівні 17,0 г/кг та 20,0 г/кг максимальний вміст нафтопродуктів у фільтраті склав 0,501 мг/дм³ та 1,430 мг/дм³ відповідно, що було вище за ГДК_{вв} у 1,67 та 4,76 рази. Отже, порогову концентрацію дизельного пального у чорноземі за водно-міграційним показником визначено на рівні 13 г/кг.

Узагальнені результати досліджень щодо обґрунтування ГДК дизельного пального у чорноземі звичайному відображено у табл. 2.

Таблиця 2.

Порогові концентрації дизельного пального за окремими показниками шкідливості та його ГДК у чорноземі звичайному

Показники шкідливості	Порогові концентрації, г/кг	Гігієнічний норматив, мг/кг (лімітуючий показник шкідливості)
Транслокаційний (фітотоксичність):	1,0	1000 (транслокаційний - фітотоксичність)
Загальносанітарний	3,5	
Водно-міграційний	13,0	

У розділі 5 представлено результати оцінки ефективності використання комбінованих сорбентів при забрудненні ґрунтів нафтопродуктами в натурних (сорбент на твердій основі) та лабораторних (рідкий сорбент) умовах.

Результати *натурного експерименту* свідчать, що у поверхневих шарах (0 – 30 см) чорнозему звичайного концентрація нафтопродуктів після застосування сорбенту знижувалась в 7,3-25 разів; у глибоких шарах (30 – 60 см) – в 6-24 рази.

У контрольних зразках ґрунту без внесення сорбенту залишкова кількість нафтопродуктів становила 79,6 % від вихідної концентрації. При цьому концентрація знижувалась лише у 1,25 рази: відповідно з 4,99 до 3,99 г/кг. Слід зауважити, що концентрація нафтопродуктів знаходилась нижче чутливості методу (20,0 мг/кг) у контрольних пробах, які були відібрані з глибших (30 – 60 см) шарів ґрунту.

У *лабораторному експерименті* встановлено, що найбільшу деструктивну дію чинив сорбент при застосуванні у найвищій дозі (30 мл/кг), тобто при внесенні в чорнозем типовий 30 мл/кг рідкого біопрепарату (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка вмісту нафтопродуктів у ґрунті в лабораторному експерименті

Вихідна концентрація ДП, г/кг	Доза біопрепарату, мл/кг	Концентрація ДП (г/кг), в термін спостереження (доба)				Залишок, % *
		1	15	30	60	
6,0	0 (контроль)	5,2	3,6	3,4	3,1	51,6
	10	5,0	3,4	2,5	1,9	31,7
	20	5,1	3,0	1,9	1,1	18,3
	30	4,9	2,9	1,6	0,7	11,7
12,0	0 (контроль)	10,8	7,4	7,0	6,5	54,2
	10	10,3	6,9	5,2	4,5	37,5
	20	11,0	7,5	6,7	6,4	53,3
	30	10,9	6,3	4,8	3,2	26,7
22,0	0 (контроль)	20,0	12,6	11,4	10,8	49,1
	10	20,0	12,3	12,0	11,2	50,9
	20	20,0	11,0	10,3	9,8	44,5
	30	20,0	10,40	9,40	8,1	36,8

Примітка: * – залишкова кількість на 60 добу у % по відношенню до вихідної концентрації.

На 60 добу проведення експерименту залишкова кількість дизельного палива в усіх контрольних зразках ґрунту коливалась в межах 54,2-49,1 % від початкової концентрації. Найвідчутніший ефект деструктивної дії біопрепарату встановлено при забрудненні чорнозему звичайного дизельним паливом в найменшій з досліджуваних концентрацій (6,0 г/кг): залишкові кількості нафтопродуктів порівняно з початковими становили 31,7; 18,3 та 11,7 % при застосуванні сорбенту у дозах 10, 20 та 30 мл/кг ґрунту відповідно. Також слід відмітити варіант застосування біопрепарату у дозі 30 мл/кг, в якому вміст дизельного палива зменшився до 26,7 % відносно початкової концентрації 12,0 г/кг. При відносно більшому забрудненні ґрунту (22,0 г/кг) деструктивна дія сорбенту була менш ефективна: залишкові кількості дизельного палива становили 50,9; 44,5 та 36,8 % від

початкової концентрації при внесенні сорбенту у дозах 10, 20 та 30 мл/кг ґрунту відповідно.

У розділі 6 подано аналіз та узагальнення результатів досліджень, запропоновано класифікацію та рекомендації щодо поліпшення стану ґрунтів, забруднених нафтопродуктами (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка ступеню небезпечності та заходи при забрудненні ґрунту населених місць нафтопродуктами

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДК	Зміст превентивних та/або реабілітаційних заходів
Допустимий	I безпечний	< 1,0	Періодичний моніторинг вмісту НП та контроль за потенційними джерелами забруднення
Недопустимий	II помірно небезпечний	1,1 – 10,0	Виявлення та усунення джерел забруднення та стимуляція природних факторів самоочищення ґрунту (культивация, аерація, озеленення нафтоотолерантними рослинами і т.п.); для зон рекреації, ігрових майданчиків і т.п. – наочна інформація та попередження населення про фактичне забруднення
Недопустимий	III небезпечний	10,1 – 25,0	Виявлення та усунення джерел забруднення, застосування методів біологічної ремедіації поверхневих шарів ґрунту з використанням рідких біопрепаратів; для зон рекреації, ігрових майданчиків і т.п. – тимчасове припинення експлуатації до проведення та контролю ефективності проведених реабілітаційних заходів
Недопустимий	IV дуже небезпечний	25,1 – 100,0	Розслідування та усунення причин забруднення, застосування методів біологічної ремедіації поверхневих та глибоких шарів ґрунту з використанням іммобілізованих біопрепаратів; для зон рекреації, ігрових майданчиків і т.п. – тимчасове припинення експлуатації до здійснення та контролю ефективності проведених реабілітаційних заходів
Недопустимий	V надзвичайно небезпечний	> 100,0	Розслідування та усунення причин забруднення, вилучення забрудненого ґрунту, рекультивация уражених ділянок; для зон рекреації, ігрових майданчиків і т.п. – тимчасове припинення експлуатації до проведення та лабораторного підтвердження ефективності проведених рекультивацийних заходів

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі на підставі результатів натурних досліджень та лабораторних експериментів надано системну еколого-гігієнічну оцінку забруднення ґрунту продуктами нафтопереробки в межах різних функціональних зон сучасного індустріального міста, науково обґрунтовано гігієнічний норматив дизельного палива в чорноземах звичайних малогумусних на лесі, визначено оптимальні умови ефективного застосування сучасних комбінованих препаратів для ремедіації забруднених нафтопродуктами ґрунтів, запропоновано систему комплексних еколого-гігієнічних попереджувальних та реабілітаційних заходів з охорони ґрунту населених місць в залежності від інтенсивності забруднення нафтопродуктами.

1. З'ясовано, що широке використання нафти та продуктів її переробки у світі супроводжується глобальним забрудненням об'єктів довкілля, перш за все поверхневих водойм та ґрунту в межах території сучасних індустріальних міст з розвиненою автотранспортною мережею та іншими об'єктами обігу нафтопродуктів. Разом з цим об'єктивна еколого-гігієнічна оцінка небезпеки забруднення нафтопродуктами ґрунту, в тому числі внаслідок аварійних ситуацій, з подальшим застосуванням методів біоремедіації, ускладнена через відсутність в країні відповідних науково обґрунтованих гігієнічних регламентів.

2. Показано, що, попри стале уявлення, фактичне забруднення нафтопродуктами земель різного цільового призначення в межах сучасного індустріального міста (рекреаційних, сельбищних, промислових, транспортних) є незначним, а їх концентрації не перевищують 0,1 ОДК та знаходиться в межах, нижчих за чутливість традиційного методу визначення ($<20,0$ мг/кг), що потребує диференційованого підходу до вивчення та оцінки такого забруднення з урахуванням різних типів ґрунтів міських територій, а саме: природних або відновлених до природного стану ґрунтів (міські сквери, парки, зелені частини бульварів та придорожніх територій); штучних насипних ґрунтів промислових територій; твердого покриття проїжджих частин та пішохідних зон; ґрунтів в місцях технологічних або аварійних втрат нафтопродуктів.

3. Визначено, що серед найпоширеніших у застосуванні в населених пунктах нафтопродуктів – дизельного пального та бензину, саме дизельне паливо за ознакою стабільності у ґрунті є більш небезпечним забруднювачем. Максимальний вміст нафтопродуктів у чорноземі звичайному малогумусному на лесі на 60 добу експерименту становить: дизельного палива – в межах 50 % від початкової концентрації, бензину А-92 – лише 4,6 % від внесеної кількості; розрахований період повного розпаду (T_{99}) складає 742 доби та 170 діб відповідно. При забрудненні ґрунту дизельним паливом в концентраціях 1,0-10,0 г/кг розрахований період його напіврозпаду не залежить від початкових кількостей забруднювача.

4. Встановлено, що дизельне пальне при надходженні в ґрунт в концентраціях $\geq 1,5$ г/кг чинить фітотоксичну дію на тест-рослини, а в концентрації 0,5 г/кг не впливає на схожість насіння та розвиток кореневої системи редису скоростиглого

(Родина Хрестоцвіті) та пшениці озимої (Родина Злакові); в концентраціях $\leq 3,0$ г/кг не змінює чисельність мікроорганізмів у чорноземі звичайному, а $\geq 4,0$ г/кг – стимулює розвиток ґрунтової мікрофлори; в концентраціях 17,0 г/кг та 20,0 г/кг мігрує у фільтрат, створюючи концентрації нафтопродуктів, що перевищують ГДК у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування (ГДКвв) у 1,67 та 4,76 рази; при вмісті у ґрунті $\leq 13,0$ г/кг – надходить у воду у максимальних концентраціях 0,256-0,298 мг/дм³, що не перевищують ГДКвв.

5. Визначено порогові концентрації дизельного палива у чорноземі звичайному малогумусному на лесі за показниками шкідливості: транслокаційним (фітотоксичним) – 1000 мг/кг, загальносанітарним – 3500 мг/кг, водно-міграційним – 13 000 мг/кг, та обґрунтовано гранично допустиму концентрацію (ГДК) на рівні найменшої з встановлених порогових концентрацій – 1000,0 мг/кг, лімітуючий показник шкідливості – транслокаційний (фітотоксичний).

6. Доведено в натурних умовах та лабораторному експерименті доцільність диференційованого застосування комбінованих сорбентів для біологічної ремедіації ґрунтів в місцях аварійних втрат нафтопродуктів:

- при значному забрудненні нафтопродуктами (до 95 г/кг) глибоких шарів ґрунту найбільш ефективним є застосування мікроорганізмів-деструкторів, іммобілізованих на нафтопоглинальному сорбенті, що дає змогу «адресно» розмістити препарат на потрібній глибині, більш точно розрахувати його необхідну кількість та забезпечує ефективність деструкції на рівні 83,4-95,8 %;

- біопрепарати у рідкому стані на базі авірулентних нафтоокислюючих бактерій роду *Pseudomonas fluorescens* рекомендовано застосовувати для ремедіації поверхневих шарів ґрунту (0 - 30 см), де найбільший ефект деструкції – 88,3 %, виявлено при концентраціях нафтопродуктів до 6,0 г/кг та дозі препарату 30 мл/кг.

7. Рекомендовано систему заходів для попередження та/або ліквідації негативних наслідків забруднення нафтопродуктами ґрунтів різних функціональних зон населених пунктів в залежності від кратності перевищення запропонованого значення 1,0 г/кг, в тому числі: при концентраціях $\leq 1,0$ г/кг – моніторинг вмісту нафтопродуктів та контроль за потенційними джерелами забруднення; 1,1-10, г/кг – виявлення джерел забруднення та стимуляція природних факторів самоочищення ґрунту (культивація, аерація, озеленення нафтоотолерантними рослинами і т.п.); 11,0-25,0 г/кг – усунення джерел забруднення, застосування методів біологічної ремедіації поверхневих шарів ґрунту з використанням рідких біопрепаратів; 25,1-100,0 г/кг – розслідування та усунення причин забруднення, застосування методів біологічної ремедіації поверхневих та глибоких шарів ґрунту з використанням іммобілізованих біопрепаратів; $>100,0$ г/кг – розслідування та усунення причин забруднення, вилучення забрудненого ґрунту, рекультивація уражених ділянок.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
– у наукових періодичних фахових виданнях України

1. Оцінка забруднення нафтопродуктами земель різного цільового призначення (на прикладі м. Дніпропетровськ) / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Експериментальна і клінічна медицина. – 2016. – № 2 (71). – С. 228-231. *(Аналіз літератури, дослідження рівнів забруднення ґрунту нафтопродуктами земель різного функціонального призначення м. Дніпро, узагальнення результатів).*

– у наукових фахових виданнях інших держав або наукометричних виданнях України

2. Шевченко О. А. Водно-міграційні властивості дизельного палива у чорноземному ґрунті / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Актуальні проблеми транспортної медицини. – 2016. – № 3 (45). – С. 42-45. *(Аналіз літератури, дослідження з вивчення міграції дизельного палива в системі «ґрунт - ґрунтові води», узагальнення результатів).*

3. Біоіндикація забрудненого ґрунту дизельним паливом з використанням фітотесту / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Довкілля та здоров'я. – 2016. – № 3 (79). – С. 15-18. *(Аналіз літератури, дослідження з вивчення фітотоксичної дії дизельного палива на тест-рослини, узагальнення результатів).*

4. Гигиеническая оценка влияния дизельного топлива на микробиоценоз чернозема обыкновенного / А. А. Шевченко, А. А. Кулагин, Л. В. Григоренко // Гигиена и санитария. – 2016. – № 10, (95). – С. 942-946. *(Аналіз літератури, дослідження з вивчення впливу дизельного палива на мікробіоценоз чорнозему звичайного, узагальнення результатів).*

5. Покращення санітарного стану ґрунтів населених місць із застосуванням методу біоремедіації / О. О. Кулагін // Проблеми екології та медицини. – 2016. – № 1-2 (20). – С. 20-23. *(Аналіз літератури, дослідження з вивчення ефективності використання комбінованих сорбентів при забрудненні ґрунтів нафтопродуктами в натурних та лабораторних умовах, узагальнення результатів).*

– в інших наукових виданнях

6. Регламентация пороговой концентрации дизельного топлива по общесанитарному показателю вредности / О. А. Шевченко, Л. В. Григоренко, А. А. Кулагин // Материалы пленума РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды [«Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения»], (Москва, 17-18 декабря 2015 г.). – М., 2016. – С. 472-474.

7. Вивчення водно-міграційного показника шкідливості дизельного палива у чорноземному ґрунті / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Матеріали науково-практичної конференції [«Актуальні питання діагностики, лікування та профілактики професійних захворювань в Україні»], (Кривий Ріг, 16 вересня 2016 р.). – Кривий Ріг, 2016. – С. 51-53.

8. Фітотоксична дія дизельного палива в лабораторному експерименті / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Матеріали науково-практичної конференції [«Довкілля та здоров'я»], (Тернопіль, 22-23 квітня 2016 р.). – Тернопіль, 2016. – С. 152-153.

9. Вивчення стабільності нафтопродуктів у чорноземі типовому / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю [«Профілактична медицина: здобутки сьогодення та погляд у майбутнє»], (Дніпропетровськ, 19-20 травня 2016 р.). – Дніпропетровськ, 2016. – С. 189-190.

10. Експериментальна оцінка деструктивної активності біопрепаратів при забрудненні ґрунту нафтопродуктами / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Матеріали науково-практичної конференції [«Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування»], (Трускавець, 4-7 жовтня 2016р.). – Трускавець, 2016. – С. 284-286.

11. Біологічна ремедіація ґрунтів населених місць як фактор профілактики екологізалежних захворювань населення / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції [«Наука України: проблеми сьогодення та перспективи розвитку»], (Київ, 23-24 вересня 2016 р.). – К., 2016. – С. 116-118.

12. Оцінка забруднення нафтопродуктами земель різного цільового призначення (на прикладі м. Дніпропетровськ) / О. А. Шевченко, О. О. Кулагін // Бюллетень матеріалів наукової конференції [XV-е читання В. В. Подвысоцкого], (Одеса, 26-27 мая 2016 г.). – Одеса, 2016, – С. 221-222.

Інформаційні листи:

1. Методика оцінки забруднення нафтопродуктами ґрунту населених місць для розробки профілактичних та реабілітаційних заходів: Інформаційний лист № 94 / [О. А. Шевченко, О. О. Кулагін, Н. М. Коваль]. – Київ: Укрмедпатентінформ, 2016. – 6 с.

2. Використання комплексних біопрепаратів для реабілітації забруднених нафтопродуктами ґрунтів в умовах населених місць: Інформаційний лист № 95 / [О. А. Шевченко, О. О. Кулагін, С.Б. Тарабарова]. – Київ: Укрмедпатентінформ, 2016. – 6 с.

АНОТАЦІЯ

Кулагін О.О. Еколого-гігієнічна оцінка та регламентація вмісту нафтопродуктів у чорноземному ґрунті і шляхи його біологічної ремедіації. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія (медичні науки). – ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ, 2016.

Дисертація присвячена еколого-гігієнічній оцінці контамінації нафтопродуктами земель на території великого індустріального міста і науковому обґрунтуванню гігієнічного нормативу дизельного палива у чорноземі звичайному малогумусному на лесі та оптимальних методів біологічної ремедіації забруднених ґрунтів.

Встановлено, що за відсутності видобутку та переробки нафти та нафтопродуктів в м. Дніпро, джерелами забруднення ґрунту цими речовинами можуть бути об'єкти нафтопродуктозабезпечення, тобто всі підприємства, що

пов'язані зі зберіганням та очищенням нафти і стоків, транспортуванням нафти і нафтопродуктів та їх споживанням, а також майже всі види сучасного автомобільного, водного, повітряного, залізничного транспорту.

Обґрунтовано гранично допустиму концентрацію (ГДК) дизельного палива в чорноземі звичайному малогумусному на лесі на рівні найменшої з встановлених порогових концентрацій – 1000,0 мг/кг за лімітуючим транслокаційним (фітотоксичним) показником шкідливості.

Доведено в натурних умовах та лабораторному експерименті доцільність диференційованого застосування комбінованих сорбентів для біологічної ремедіації ґрунтів в місцях аварійних втрат нафтопродуктів.

Рекомендовано на підставі встановленого гігієнічного нормативу систему заходів для попередження та/або ліквідації негативних наслідків забруднення нафтопродуктами ґрунтів різних функціональних зон населених пунктів в залежності від кратності перевищення запропонованого значення ГДК.

Ключові слова: нафтопродукти, дизельне паливо, чорнозем звичайний, ремедіація, гранично допустима концентрація.

АННОТАЦІЯ

Кулагин А.А. Эколого-гигиеническая оценка и регламентация содержания нефтепродуктов в черноземной почве и пути его биологической ремедиации. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 03.00.16 - экология (медицинские науки). - ГУ «Институт общественного здоровья им. А. Н. Марзеева НАМН Украины», Киев, 2016.

Диссертация посвящена эколого-гигиенической оценке загрязнения нефтепродуктами земель на территории большого индустриального города и научному обоснованию гигиенического норматива дизельного топлива в черноземе обыкновенном малогумусном на лессе и оптимальных методов биологической ремедиации загрязненных почв.

Установлено, что при отсутствии добычи и переработки нефти и нефтепродуктов в г. Днепр источниками загрязнения почвы этими веществами могут быть объекты нефтепродуктообеспечения, то есть все предприятия, связанные с хранением и очисткой нефти и стоков, транспортировкой нефти и нефтепродуктов и их потреблением, а также почти все виды современного автомобильного, водного, воздушного, железнодорожного транспорта.

Установлено, что во всех без исключения пробах почвы, отобранных в г. Днепр с промышленных территорий (150 проб), с территорий рекреационного (60 проб) и жилого (190 проб) назначения, содержание нефтепродуктов было ниже чувствительности метода определения – 20,0 мг/кг, и составляло <0,1 ОДК (200 мг/кг).

Установлено, что дизельное топливо при содержании в почве в концентрациях $\geq 1,5$ г/кг оказывает фитотоксическое действие на тест-растения, а в концентрации 0,5 г/кг не влияет на всхожесть семян и развитие корневой системы редиса

скороспелого (семейство Крестоцветные) и пшеницы озимой (семейство Злаковые). Пороговая концентрация дизельного топлива в черноземе обыкновенном в тесте на фитотоксичность установлена на уровне 1,0 г/кг (1000,0 мг/кг).

Дизельное топливо в исходных концентрациях $\leq 3,0$ г/кг не изменяет численность микроорганизмов в черноземе обыкновенном, а $\geq 4,0$ г/кг – стимулирует развитие почвенной микрофлоры. Пороговая концентрация дизельного топлива в почве по общесанитарному показателю вредности составила 3,5 г/кг (3500 мг/кг).

При концентрациях в почве 17,0 г/кг и 20,0 г/кг дизельное топливо мигрирует в фильтрат, создавая в нем концентрации нефтепродуктов, превышающие предельно допустимую концентрацию (ПДК) в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_{вв}) в 1,67 и 4,76 раза. Пороговая концентрация дизельного топлива по водно-миграционному показателю вредности установлена на уровне 13,0 г/кг, поскольку при этом количестве нефтепродуктов в почве их максимальные концентрации в фильтрате находятся в пределах 0,256-0,298 мг/дм³, что не превышает ПДК_{вв} (0,3 мг/дм³).

Обоснована ПДК дизельного топлива в черноземе обыкновенном малогумусном на лессе на уровне 1000,0 мг/кг по транслокационному (фитотоксическому) лимитирующему показателю вредности.

Доказано в натуральных условиях и лабораторном эксперименте целесообразность дифференцированного применения комбинированных сорбентов для биологической ремедиации почв в местах аварийных потерь нефтепродуктов: при значительном загрязнении нефтепродуктами (до 95 г/кг) глубоких слоев почвы наиболее эффективным является применение микроорганизмов-деструкторов, иммобилизованных на нефтепоглащающем сорбенте, что позволяет «адресно» разместить препарат на нужной глубине, более точно рассчитать его необходимое количество и обеспечивает эффективность деструкции на уровне 83,4-95,8 %; биопрепараты в жидком состоянии на базе авирулентных нефтеокисляющих бактерий рода *Pseudomonas fluorescens* рекомендуется применять для ремедиации поверхностных слоев почвы (0 - 30 см), где наибольший эффект деструкции - 88,3%, выявлен при концентрациях нефтепродуктов до 6,0 г/кг и дозе препарата 30 мл/кг.

На основании результатов проведенных исследований рекомендована система мер по предупреждению и/или ликвидации негативных последствий загрязнения нефтепродуктами почв различных функциональных зон населенных пунктов в зависимости от кратности превышения предложенного значения ПДК.

Ключевые слова: нефтепродукты, дизельное топливо, чернозем обыкновенный, ремедиация, предельно допустимая концентрация.