

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.880.01 Державної екологічної
академії післядипломної освіти та
управління

03035, м. Київ, вул. Митрополита
Василя Липківського, 35, корп. 2,
ауд. 310

ВІДГУК

*офіційного опонента, доктора технічних наук,
старшого наукового співробітника*

*Іванюти Сергія Петровича на дисертаційну роботу
Степової Олени Валеріївни*

**«НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ДОВКІЛЛЯ
ВНАСЛІДОК ВНУТРІШНЬОЇ ТА ЗОВНІШНЬОЇ КОРОЗІЇ СТАЛЕВИХ
НАФТОПРОВОДІВ»,**

*подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека*

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Високу потенційну екологічну небезпеку для довкілля становлять сталеві нафтопроводи, які у випадку розгерметизації є джерелом викиду великої кількості вуглеводнів у навколишнє природне середовище.

Нафтопроводи експлуатуються в складному корозійно-агресивному середовищі – ґрунті. При цьому на нафтопровід діють не лише ґрунтові умови, а й інші чинники навколишнього середовища: атмосферне повітря, механічне навантаження тощо. Одним із основних факторів, що сприяють розгерметизації ділянок сталевих нафтопроводів є зовнішні та внутрішні корозійні процеси сталевих нафтопроводів. Розуміння закономірностей таких процесів та їх урахування є науковим підґрунтям для визначення залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів, а також розроблення заходів щодо запобігання підвищенню ризиків забруднення довкілля під час їх експлуатації. Розвиток наукових основ забезпечення екологічної безпеки діючих сталевих нафтопроводів, які враховують особливості та закономірності процесів їх електрохімічної корозії як джерела

забруднення довкілля є актуальною проблемою, вирішення якої створює передумови зменшення ризиків забруднення довкілля під час експлуатації зазначених об'єктів.

Актуальність теми дисертаційного дослідження автором аргументована та висвітлена в роботі та авторефераті.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, достатній, що підтверджується застосуванням сучасної методології досліджень, яка використовує адекватні підходи до аналізу стану екологічної безпеки.

Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення наукових та практичних задач, забезпечується використанням апробованих стандартизованих та сертифікованих методів досліджень, конкретною постановкою задач і детальним обґрунтуванням основних положень та висновків. Дослідження автора ґрунтуються на надійному фундаменті попередніх розробок теорії сталого розвитку, екологічної безпеки, електрохімії та інших наук.

Обґрунтованість результатів забезпечена реалізацією комплексних експериментальних досліджень оцінювання ефективності розроблених інгібіторів корозії сталі та осадко відкладень, оцінювання втрат металу на поверхні сталевих нафтопроводів, визначення залишкової товщини стінки.

Достовірність результатів підтверджує також високий ступінь кореляція між експериментально визначеними параметрами стану екологічної безпеки та розрахунками на основі відомих та запропонованих автором залежностей.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. Метою дослідження було створення наукових основ запобігання забруднення довкілля, які враховують особливості та закономірності процесів внутрішньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів. Об'єктом дослідження виступають процеси внутрішньої та зовнішньої корозії діючих сталевих нафтопроводів як потенційні джерела забруднення довкілля внаслідок витoku нафтопродуктів, продуктів їх згоряння або вибуху. Предметом дослідження є вплив чинників на процеси внутрішньої та зовнішньої корозії діючих сталевих нафтопроводів як потенційного джерела забруднення довкілля внаслідок витoku нафтопродуктів, продуктів їх згоряння або вибуху.

Відповідно до мети, об'єкту та предмету дослідження автором поставлені та послідовно вирішені завдання:

- провести аналіз сучасного стану науково-технічних досягнень з питань шкідливого впливу на довкілля внаслідок аварійних витоків, згоряння або вибухів нафтопродуктів на сталевих нафтопроводах і прилеглих до них територіях та виявити шляхи його запобігання;

- розробити методологію та обґрунтувати методи проведення дисертаційних досліджень;
- провести теоретичні розрахунки ймовірностей випадків забруднення довкілля внаслідок розгерметизації сталевих нафтопроводів, у тому числі із урахуванням зовнішніх та внутрішніх корозійних процесів;
- провести теоретичні дослідження з виявлення впливу агресивних розчинів ґрунтового середовища на ділянки пошкоджень ізоляційних покриттів сталевих нафтопроводів на протікання їх зовнішніх корозійних процесів та побудувати карти ґрунтів за показниками їх корозійної активності на прикладі Полтавської області;
- провести теоретичні та експериментальні дослідження з виявлення впливу ступеня мінералізованості підтоварної води нафти на протікання внутрішніх корозійних процесів сталевих нафтопроводів;
- теоретично обґрунтувати хімічний склад, розробити способи синтезу екологічно та економічно прийнятних інгібіторів корозії металів і осадковідкладень на внутрішніх поверхнях сталевих нафтопроводів;
- провести експериментальні дослідження з виявлення впливу типу інгібіторів на швидкість протікання внутрішніх корозійних процесів нафтопроводів та осадковідкладень, а також ефективності їх застосування;
- змодельювати процеси електрохімічної корозії сталевих труб у тріщинах ізоляційного покриття за впливу агресивних електролітичних розчинів та розрахувати швидкість електрохімічної корозії модельної ділянки нафтопроводу;
- розробити математичну модель корозії поверхні нафтопроводу за умов кисневої деполаризації діючого нафтопроводу;
- розробити розрахункові методики оцінювання глибини корозії сталевих нафтопроводів в тріщинах ізоляційного покриття та визначення залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації сталевих нафтопроводів з урахуванням зазначених корозійних процесів;
- перевірити адекватність запропонованої розрахункової методики оцінювання глибини корозійних уражень сталевих нафтопроводів в тріщинах ізоляційного покриття з результатами експериментальних досліджень;
- розробити рекомендації та пропозиції щодо застосування запобіжних заходів задля унеможливлення забруднення довкілля внаслідок корозійних процесів сталевих нафтопроводів.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01– екологічна безпека.

Вважаю, що мета, об'єкт, предмет та завдання досліджень дисертаційна робота відповідають формулі та паспорту спеціальності 21.06.01- екологічна безпека.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна одержаних результатів полягає в створенні наукових основ запобігання забрудненню довкілля внаслідок процесів внутрішньої чи зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів шляхом застосування розроблених екологічно та економічно прийнятних інгібіторів корозії та осадковідкладень, а також запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації зазначених нафтопроводів. Основними науково-обґрунтованими результатами є:

- вперше оцінено ймовірність виникнення випадків забруднення довкілля внаслідок протікання зовнішніх і внутрішніх корозійних процесів з розгерметизацією сталевих нафтопроводів, витоками нафтопродуктів, продуктами їх згоряння або вибухів, яка для нафтопроводів України становить 1 подію за 10 місяців протягом року;

- вперше науково обґрунтовано та визначено хімічний склад і схему безвідходного процесу синтезу екологічно прийнятних інгібіторів корозії металів АС-1 та АС-2 з умістом рослинної олії відповідно 932г та 950г, поліетиленполіамінів (відповідно діетилентриаміну 270 г та етилендіаміну 240г) та 500 см³ октанола, а також інгібіторів осадковідкладень з умістом диметилolfосфінкової кислоти, диметилсульфонатфосфіна натрію, нітрилооксиетилендиметилфосфонової кислоти, які переважають відомі за економічними показниками щонайменше у 1,2 рази;

- вперше із застосуванням математичної моделі електрохімічної корозії сталі нафтопроводу в тріщині ізоляційного покриття розроблено розрахункову методику визначення глибини корозії сталевих нафтопроводів при роботі макрогальванічної корозійної пари за впливу агресивного електролітичного розчину, а також методику розрахунку залишкового ресурсу його екологічно безпечної експлуатації, що дозволило прогнозувати розвиток корозійних процесів на сталевому нафтопроводі, планувати необхідні заходи щодо запобігання забрудненню довкілля;

- удосконалено неруйнівні методи контролю параметрів електрохімічної корозії сталевих нафтопроводів за наявністю тріщин в ізоляційних покриттях в частині застосування запропонованої конструкції мідно-сульфатного електроду порівняння в експериментально-розрахунковій методиці оцінювання глибини корозії стінки нафтопроводу, що створило передумови прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на запобігання забрудненню довкілля внаслідок аварійних ситуацій на сталевих нафтопроводах та прилеглих до них територій;

- набуло подальшого розвитку використання математичного моделювання роботи макрогальванічної пари на сталевій ділянці під час локальної електрохімічної корозії сталевих труб в тріщинах ізоляційного покриття за умов впливу агресивних електролітичних розчинів, яке було покладено в основу запропонованої методики визначення залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації сталевих нафтопроводів.

Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики. Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки, оскільки вони сприяють створенню наукових основ забезпечення екологічної безпеки діючих сталевих нафтопроводів, які враховують особливості та закономірності процесів їх електрохімічної корозії як джерела забруднення довкілля. Конкретизуючи, слід відмітити, що наукова значимість роботи фактично полягає у розробленні заходів запобігання забрудненню довкілля нафтопродуктами, продуктами їх згоряння або вибуху внаслідок процесів внутрішньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів шляхом застосування розроблених екологічно та економічно прийнятних інгібіторів корозії та осадковідкладень, а також запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу їх експлуатації.

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення отриманих результатів полягає, перш за все, у використанні їх в практиці при ТОВ «Праймгаз» при проведенні обстеження ділянки сталевих трубопроводів.

Щодо **завершеності дисертації в цілому** слід відзначити, що це завершена робота, яка складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Матеріали дисертації викладено на 355 сторінках друкованого тексту. Список використаних джерел містить 291 найменування.

У вступі аргументовано висвітлено актуальність теми дисертаційного дослідження, наведена загальна характеристика роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет, завдання наукового дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу літературних джерел. Однією із проблем екологічної безпеки нафтопроводів є зовнішні та внутрішні корозійні процеси, що призводять до розгерметизації сталевих нафтопроводів та створення надзвичайних ситуацій. Наслідками зазначеного є значні екологічні збитки, пов'язані з втратою нафтопродуктів та значними впливами на компоненти довкілля: забруднення атмосферного повітря, ґрунтового та водного середовища тощо. Під час експлуатації нафтопроводів їх негативний вплив на довкілля відбувається у разі витоків нафти та нафтопродуктів, вибухів та пожеж через їх розгерметизацію за причиною зовнішньої та внутрішньої корозії металу труб. Тому, забезпечення екологічної безпеки при транспортування нафти та

нафтопродуктів це пріоритетне завдання, що визначає екологічну безпеку держави.

Автором проведений ретельний аналіз існуючих заходів запобігання розвитку та протікання зовнішніх та внутрішніх корозійних процесів на поверхнях сталевих нафтопроводів. Відзначені недосконалості відомих методів та методик.

Встановлено, що розроблення наукових основ запобігання розвитку та протікання внутрішніх та зовнішніх корозійних процесів шляхом розроблення сучасних інгібіторів корозії та осадковідкладень та методики визначення залишкового ресурсу безпечної експлуатації сталевих нафтопроводів забезпечить екологічну безпеку при транспортуванні вуглеводневої сировини.

У другому розділі описані об'єкти дослідження, методи дослідження, методики проведення експериментів та математичні методи обробки результатів та методи та прилади контролю процесів. У розділі наведено дані щодо ґрунтових середовищ, аналіз корозійної активності яких проведений в роботі. Наведено характеристику водних середовищ, що використовувались при проведенні корозійних випробувань. Представлені методи синтезу інгібіторів осадковідкладень та корозії металів у водно-нафтових сумішах. Наведено методику оцінювання ефективності інгібіторів корозії металів у мінералізованих водах.

В розділі наведено методику оцінювання корозійної активності ґрунтів по відношенню до сталі; методику визначення глибини корозії сталі при роботі гальванопари; методику визначення впливу ширини ділянки ураження на глибину корозії ділянки сталевих нафтопроводів.

Третій розділ дисертації присвячено моніторингу ґрунтів Полтавської області щодо їх корозійної активності відносно сталі нафтопроводів. На основі моніторингових та науково-технічних літературних даних проведено аналіз ґрунтів Полтавської області по магістральним трасам прокладання нафтопроводів щодо їх корозійної активності за рядом основних показників. Автором виявлено вплив агресивних розчинів ґрунтового середовища на ділянки пошкоджень ізоляційних покриттів сталевих нафтопроводів, а також на протікання корозійних процесів, побудовано карти ґрунтів за показниками їх корозійної активності на прикладі Полтавської області.

Екологічна безпека нафтопроводів визначається величиною ймовірності випадків забруднення довкілля внаслідок розгерметизації сталевих нафтопроводів, у тому числі із урахуванням зовнішніх та внутрішніх корозійних процесів. Для розрахунку ймовірності випадків забруднення довкілля внаслідок розгерметизації сталевих нафтопроводів запропоновано теорію надійності. Відповідно до якої аварійні витіки нафти розглядають як еколого-техногенний

ризик, що призводить до порушення стійкості компонентів навколишнього середовища. Згідно зазначеної теорії, показником надійності відновлюваних об'єктів, до яких відносять і нафтопроводи є безвідмовність. Безвідмовність оцінюється імовірністю безаварійної роботи, параметром потоку аварійних подій та проміжком часу безаварійної роботи. В розділі проведено розрахунок ймовірностей виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з витоком, згорянням або вибухами нафтопродуктів внаслідок розгерметизації нафтопроводів та шкідливим впливом на довкілля. Зважаючи на значну протяжність нафтопроводів територією України, у середньому слід очікувати 1 аварію на 10 місяців (7500 годин). Зрозуміло, що найбільшу небезпеку несуть нафтопроводи, які мають найбільшу протяжність, але треба враховувати також термін експлуатації трубопроводу.

У четвертому розділі автором проаналізовано корозійну активність мінералізованих вод та водно-нафтової суміші по відношенню до нелегованої сталі, їх стабільності щодо осадковідкладення та корозії.

Розроблені нові інгібітори осадковідкладень на основі продуктів сульфонування диметилфосфінової кислоти та нітрилоксиетилдиметилфосфонової кислоти. Показано, що дані інгібітори наряду із кращими відомими інгібіторами забезпечують високу стабільність розчинів карбонату та сульфату кальцію при температурі до 95⁰С. Автором експериментально доведено, що більшість відомих інгібіторів неефективні у мінералізованих водних середовищах, а у водно-нафтових сумішах кращими є інгібітори на імідазоліновій основі.

Автором синтезовані інгібітори корозії металів на основі олії та поліетиленполіамінів, які містять імідазоліни, отримані шляхом безвідхідних технологій, за якістю не поступаються кращим відомим інгібіторам корозії сталі у водно-нафтових сумішах. Вони є перспективними, екологічно та економічно прийнятними при захисті нафтопроводів від внутрішньої корозії.

В п'ятому розділі за допомогою методів математичного моделювання розв'язане завдання визначення стаціонарного електричного поля, що виникає при роботі гальванопари з анодом на металі нафтопроводу в тріщині й катодом на металі трубопроводу під ізоляційним покриттям. Проведено дослідження отриманої залежності розподілу потенціалу на гетерогенному електроді, при якому автор доводить, що по мірі збільшення анодної ділянки максимальний розкид щільності струму між різними ділянками зменшується, тоді як нерівномірність його розподілу в межах однієї ділянки зростає. Вплив розміру анодної ділянки (ширини тріщини) в розподілі струму на гетерогенному електроді суттєво перевищує її власний розмір. Автором встановлено, що основний вплив на величину та розподіл потенціалу і швидкість корозії має різниця потенціалів на

гетерогенній поверхні між катодною та анодною ділянками та електропровідність середовища.

Здобувачем розв'язана задача моделювання корозії поверхні нафтопроводу за умов кисневої деполяризації в умовах експлуатації трубопроводу на основі рівняння дифузії кисню, що доцільно застосовувати до тривимірної пористої системи, якою є ґрунт.

У шостому розділі отримано залежність для розрахунку глибини корозії на основі математичної моделі локальної електрохімічної корозії сталі трубопроводу в тріщині ізоляційного покриття, адекватність якої підтверджено експериментальними дослідженнями на малих сталевих зразках. Результати дослідження показали, що корозійні випробування узгоджуються з розрахунковими за значенням струму макрогальванопари та швидкості корозії.

В сьомому розділі автором розроблена методика, що дозволяє оцінити міцність конструкції на момент її обстеження, допустиме зменшення товщини стінки та допустимий тиск в трубопроводі з врахуванням зменшення товщини стінки внаслідок роботи макрогальванопари. Допустима залишкова товщина стінки нафтопроводу відповідає повному вичерпанню ресурсу конструкції. Запропоновано методику визначення залишкового ресурсу нафтопроводу за фактором корозії сталі в тріщині ізоляційного покриття, яка виконується шляхом врахування зменшення товщини стінки нафтопроводу, що вводиться в розрахунок.

Висновки до розділів та загальні висновки сформульовані достатньо чітко, відповідають меті та завданням дисертаційної роботи.

Наведений у публікаціях матеріал достатньо повно відображає основні результати та наукові положення дисертаційної роботи.

Оформлення дисертації відповідає ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення" та вимогам Атестаційної колегії МОНУ України. Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, позначені метою досліджень.

Шляхи використання наукових та практичних результатів роботи і ступінь їх реалізації. Створені схеми синтезу диметилсульфонатфосфіату натрію та нітрилоксиетилендиметилфосфінової кислоти із доступних реагентів, що є екологічно та економічно вигідними та розроблена методика визначення залишкового ресурсу дає можливість раціонально спланувати ремонтні роботи, прогнозувати реальні строки роботи конструкції, переглянути режим експлуатації та запобігти забрудненню довкілля. Результати даної наукової роботи, а саме спосіб прогнозування розвитку корозії трубопроводів з часом контакту металевих

труб з агресивним електролітом неруйнівним способом впроваджено у ТОВ «Праймгаз» (акт впровадження від 11.03.2019 р.).

Методика неруйнівного методу контролю процесів корозії металевих конструкцій об'єктів транспортування нафти впроваджено при виконанні робіт з держбюджетної тематики: «Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування та зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах» (акт впровадження від 5.02.2019р.).

Методика прогнозування розвитку корозії нафтопроводів з часом контакту металевих труб з агресивним електролітом неруйнівним способом впроваджена Науково-технічним центром Полтавського відділення Інженерної Академії України (акт впровадження від 5.03.2019р.).

Окрім того результати дисертаційного дослідження використані Полтавським національним технічним університетом імені Юрія Кондратюка в процесі викладання дисциплін «Техноекологія» для студентів спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (акт впровадження від 20.02.2019р.) та «Математичне моделювання якості навколишнього середовища» для студентів спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (акт впровадження від 20.02.2019р.)

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. За результатами дисертаційної роботи було опубліковано 41 наукових працях з яких: 3 монографії – за співавторства, 21 стаття, зокрема 17 статей – у наукових фахових виданнях з переліку МОН України, 5 статей – у виданнях, що індексуються наукометричними базами даних, серед яких 2 статті індексуються у Scopus, 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 1 патент України на корисну модель та 17 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Слід відзначити достатність оприлюднення результатів. Матеріали дисертації доповідались на багатьох конференціях міжнародного та всеукраїнського рівнів.

Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату повністю відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Дисертація є одноособово створеною кваліфікаційною науковою працею, яка містить сукупність результатів та наукових положень, поданих автором для публічного захисту, має внутрішню єдність і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Констатуючи безперечне науково-практичне значення, слід відмітити наступні недоліки та зауваження до роботи та автореферату:

1. У розділі 1 приведено аналіз статистичних даних експлуатації нафтопроводів України. Бажано було б привести методика і результати розрахунку характеристик вибірки (коефіцієнта кореляції, Критерія Фішера та ін.).

2. На стор. 153 вказано, що «ступінь екологічного ризику можна визначити як категорію, яка характеризує важливість екологічного ризику, ймовірність відвернення можливих негативних наслідків навколишньому природному середовищу та здоров'ю населення...». Як це зрозуміти? Яким чином ви можете охарактеризувати поняття «ризик»?

3. На стор. 154 вказано, що оцінювання екологічного ризику при функціонуванні магістральних нафтопроводів доцільно проводити в декілька етапів (рис.3.18.). Чому це доцільно і чим це обумовлено чи обґрунтовано?

4. В роботі недостатньо відображено вплив екзогенних геологічних процесів на безпеку експлуатації нафтопроводів як одного з провідних чинників, що формує ризик їх пошкодження (природний фактор).

5. У пункті 3.4.1 проводиться розрахунок імовірностей екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів. На мою думку, це є не зовсім коректне формулювання. Краще було б сформулювати як ймовірність відмови, ймовірність безвідмовної роботи. Ймовірність сама по собі недостатньо інформативна, оскільки є складовою більш комплексного поняття ризик.

6. На стор. 160 у таблиці 3.20 заголовок «Розрахунок імовірностей екологічної безпеки нафтопроводів», однак в таблиці вказані інші параметри, в тому числі питомий параметр потоку відмов, ймовірність безвідмовної роботи протягом року. Це скоріше характеристики безпеки експлуатації нафтопроводів. Крім того, таблиця 3.20 у тексті дисертації не в повній мірі відповідає аналогічній таблиці 1 в авторефераті.

7. На стор. 187 рис. 4.4. відображено Графіки залежності стабілізаційного ефекту інгібіторів ОЕДФК (1), НТМФК (2), ДМСФН (3), НОЕДМФК (4). Ці графіки практично зливаються один з одним і дуже важко сприймаються для оцінки. Можливо, їх краще подавати у вигляді таблиць. Теж саме відноситься і до рис. 4.6.

8. Автором зазначено, що «вважається, що найбільш інтенсивний процес корозії сталі (анооди) протікають в місцях, для яких характерні найбільш високі значення потенціалів на металі по відношенню до електроду порівняння». А які це «високі» значення потенціалів?

Проте виявлені зауваження не є визначальними і не зменшують наукової і практичної цінності дисертаційної роботи.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Степової О.В. за темою «Наукові основи запобігання забрудненню довкілля внаслідок внутрішньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів», є завершеною науковою працею, що в сукупності вирішує актуальну науково-прикладну проблему в галузі екологічної безпеки – створення наукових основ запобігання забрудненню довкілля внаслідок процесів внутрішньої чи зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів шляхом застосування розроблених екологічно та економічно прийнятних інгібіторів корозії та осадковідкладень, а також запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації зазначених нафтопроводів.

Дисертація повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам пп. 9, 10, 12-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. із змінами, а її автор Степова Олена Валеріївна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

**Заступник завідувача відділу критичної
інфраструктури, енергетичної та екологічної безпеки
Національного інституту стратегічних досліджень,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник**



С.П. Іванюта

Підпис д.т.н., с.н.с. Іванюти С.П. засвідчує:

**Директор Національного інституту
стратегічних досліджень,
доктор політичних наук, професор**

О.В. Литвиненко