

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника **Яковлева Євгена Олександровича** на дисертаційну роботу Німець Наталі Миколаївни на тему **«Підвищення екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод у надра нафтогазоконденсатних родовищ з вилученням йоду»**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю **21.06.01 – екологічна безпека**

### 1. Актуальність обраної теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, обґрунтованість наукових параметрів.

Територія України відрізняється активним використанням мінеральної сировини, вуглеводнів (ВВ) і підземних вод, що призводить до регіональних порушень геомеханічної рівноваги, гідрогеофільтраційного режиму та параметрів водо-енергообміну геологічного середовища (ГС). Видобуток нафто-газоконденсатної сировини в межах нафто-газоконденсатних родовищ (НГКР) України відбувається в структурно-геологічних границях провідних басейнів підземних вод (БПВ), в межах яких зосереджені основні родовища прісних підземних вод (РППВ). В той же час, під час розробки вітчизняних НГКР разом із вуглеводнями видобуваються супутньо-пластові води (СПВ), які є екологічно небезпечними сполуками. Тому, відповідно до вимог Водного Кодексу України та законодавства про охорону довкілля мають утилізуватись без заподіяння шкоди навколишньому середовищу та основному виробництву.

За авторськими оцінками в Україні при експлуатації НГКР вилучається до 300 тис. м<sup>3</sup>/рік СПВ, до складу яких входить значна кількість екологічно небезпечних речовин: іони хлоридів, сульфатів, йодидів, бромідів, заліза та ін. **Через багатокomпонентний склад, значні порушення параметрів хімічної термодинаміки та відсутність сучасних екологічно ефективних технологій застосування СПВ, їх на сучасному етапі розробки НГКР повертають у надра.**

Автором дослідження доведено, що після відділення природного газу, газового конденсату чи нафти, тривалого відстоювання для очищення від сполук заліза, механічних домішок, вуглеводнів СПВ спрямовують у поглинальний пласт, де вони повинні суміщатися з водами поглинального пласта (ВПП). При цьому існує ризик утворення осадів сульфатів, карбонатів, заліза у присвердловинному просторі ВПП та погіршення його гідравліко-

Відгук надійшов до ради 08.01.2020 р.  
Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради К 64.812.01  
Юзеф Шапко Г.С.

фільтраційних параметрів, що може спричинити екологічну небезпеку для підземної гідросфери та РППВ. В той же час відомо, що сполуки йоду та інші сполуки є дефіцитними через обмеженість ресурсів і складності технології їхнього одержання. Тому СПВ можуть стати сировинною базою для одержання цінних продуктів і доповнити виробництво вуглеводнів, оскільки світове виробництво йоду не покриває сучасні і прогнозовані довгострокові потреби.

При аналізі гідрогеохімічного складу СПВ вітчизняних НГКР, автором показано, що вилучення йоду з бурових вод та концентрованих розчинів в інших державах базується на використанні екологічно- і корозійно-небезпечних хлорводневої чи сульфатної кислот, хлору чи натрію гіпохлориту, сірки діоксиду та повернення їх у надра.

**В Україні виробництво йоду відсутнє.** Разом з тим, у складі вітчизняних НГКР йодид-іони знаходяться у вигляді низькоконцентрованих розчинів. Відомо, що іони закисного заліза ( $Fe^{2+}$ ) і йодид-іони при взаємодії з озоном можуть перетворюватись на іони окисного заліза ( $Fe^{3+}$ ) і йод. **Разом із тим невідомо, як впливає озонування СПВ на їхню сумісність із пластовими водами при їх поверненні, а також на вилучення з них іонів заліза та йоду.**

Тому, створення екологічно безпечного технологічного процесу повернення озонованих СПВ у надра з виділенням заліза і вилученням йоду, а також зменшення шкідливих викидів при цьому, є актуальним завданням, що буде сприяти підвищенню екологічної безпеки та комплексності використання ресурсів вітчизняних НГКР.

**Таким чином, наукове-практичне завдання, поставлене в дисертаційній роботі, щодо розробки та впровадження науково-технічних рішень стосовно підвищення екологічної безпеки та комплексності використання мінерально-сировинних ресурсів вітчизняних нафтогазоконденсатних родовищ.**

**Актуальність дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами** підтверджується тим, що вона виконувалася згідно з планом науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт НАК «Нафтогаз України» АТ «Укргазвидобування» у відділі екологічних досліджень, охорони навколишнього середовища і промислової санітарії, де здобувач була відповідальним виконавцем, та відповідно до основних вимог Водного Кодексу України, Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».

**Результати виконаних автором досліджень впроваджено в технологічних проектах повернення СПВ на Західно-Березівському, Наріжнлянському та інших родовищах (Акти впровадження ГПУ «Шебелинкагазвидобування» від 21.03.2019 р., УкрНДІгазу від 23.04.2019 р.).**



**Метою дисертаційної роботи є підвищення екологічної безпеки процесу повернення супутньо-пластових вод з високим ступенем порушення хімічної термодинаміки у надра з мінімальним порушенням їх гідрогеофільтраційної рівноваги НГКР та одержанням йоду.**

Для досягнення мети автором роботи були обґрунтовані та вирішені наступні задачі:

- розробка складу критеріїв оцінки стану екологічної безпеки вітчизняних НГКР шляхом аналізу компонентного складу СПВ та визначення сировинної бази для вилучення потенційно корисних речовин, **зокрема йоду, якій також відрізняється високою біотоксичністю;**

- теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження підвищення екологічної безпеки за рахунок перетворення іонів  $Fe^{2+}$  у  $Fe^{3+}$  озонуванням СПВ і аналізу їх сумісності з **водами поглинального пласта (ВПП) як критичного параметру процесу поглинання ;**

- **наукове обґрунтування та проведення дослідження щодо екологічно безпечного вилучення йоду шляхом встановлення закономірностей та умов при взаємодії модельних сумішей і СПВ з озонованим повітрям, розроблені експрес-методи визначення низьких концентрацій йодид-іонів та осадоутворюючих іонів для підвищення екобезпеки остаткових розчинів СПВ;**

- науково обґрунтування напрямів зменшення екологічних ризиків при поверненні СПВ за рахунок розробки тестових експрес-методів контролю;

- розроблено екологічно безпечний технологічний процес повернення СПВ у надра з одержанням йоду, в т.ч. удосконалені математичні моделі щодо прогнозування екологічної безпеки процесу озонування;

- доведено геолого-економічну доцільність процесу повернення СПВ у надра з попереднім вилученням йоду при видобуванні вуглеводнів з НГКР.

**Об'єктом дослідження є екологічно небезпечний процес повернення супутньо-пластових вод у надра.**

**Предмет дослідження – основні фізико-хімічні закономірності процесу повернення супутньо-пластових вод у надра та підвищення його екологічної безпеки.**

**Методи дослідження.** Основні експериментальні дослідження проведено з використанням матеріальної бази та досвіду екологічних досліджень УкрНДІгазу.

**Компонентний склад СПВ** визначено стандартними хімічними методами: з залученням атомно-адсорбційного, рентген-флуоресцентного методів, методу іонної хроматографії, спектральних та розроблених тест-методів.

Планування експерименту, обробку експериментальних результатів, математичне моделювання здійснено з використанням певних програмних пакетів та методів статистичної обробки результатів вимірювань.

**До науково нових можна віднести наступні одержані результати:**

***вперше:***

- на основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено основні закономірності процесу повернення супутньо-пластових вод та обгрунтовано підвищення його екологічної безпеки шляхом використання озонованого повітря;

- науково обгрунтовано підвищення екологічної безпеки процесу повернення СПВ у надра на основі результатів дослідження закономірностей перетворення іонів заліза при їх обробці озонованим повітрям, що забезпечує сумісність їх з пластовими водами;

- обгрунтовано наукові засади екологічно безпечного технологічного процесу отримання йоду озонуванням СПВ на основі дослідження фізико-хімічних залежностей ступеня утворення йоду від мольно-іонного відношення реагентів, часу обробки, мінералізації, кислотності (рН) середовища, концентрації йодид-іонів, бромід-іонів, поверхні контакту;

- встановлені та науково обгрунтовані оптимальні значення технологічних параметрів процесу повернення супутньо-пластових вод у надра, які забезпечують підвищення його екологічної безпеки;

***вдосконалено:***

- підвищення екологічної безпеки при одержанні йоду за рахунок заміни шкідливих кислот на вуглеводні;

***отримало подальший розвиток:***

- зменшення екологічного ризику технологічного циклу повернення СПВ у надра за рахунок використання розроблених аналітичних методів контролю екологічних параметрів технологічного процесу.

**Практичне значення** одержаних результатів для нафтогазової галузі полягає в розробці, на наш погляд, основ принципово нової технологічної схеми з підвищенням екобезпеки процесу повернення СПВ з одержанням йоду, у створенні математичних моделей прогнозування ступеня утворення йоду. Крім того, одночасно удосконалені експрес-методи контролю, визначенні родовищ і умов, які можна і необхідно використовувати для видалення сполук заліза і вилучення йоду, оптимізовані екопараметри виробничої діяльності нафтогазовидобувних підприємств.

**Про науково-практичну ефективність результатів роботи** свідчать акти їх впровадження в технологічних проектах повернення СПВ на ряді НГКР України.

**Аналіз дисертаційної роботи Німець Н.М. свідчить, що її основні положення, які винесено на захист, одержано здобувачем самостійно, а саме:** планування і проведення експериментів, що стосуються озонування і повернення СПВ, обробка експериментальних результатів, математичне моделювання процесу одержання йоду, узагальнення результатів досліджень і формулювання основних висновків. Постановку мети, задач дослідження, аналіз отриманих результатів виконано разом із науковим керівником.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення і результати дисертаційної роботи, отримані протягом 7 років досліджень, обговорено на 10 науково-практичних, науково-технічних конференціях міжнародного, національного та регіонального рівнів, на засіданнях вченої ради філії УкрНДІгаз АТ «Укргазвидобування», 2016 р., 2019 р.

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи викладено у **25** наукових працях, з яких 9 статей – у наукових фахових виданнях України, 1 – у виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз, 10 – у матеріалах конференцій, **4 патенти на корисну модель, 1 патент на винахід**, які у повній мірі висвітлюють склад наукових задач, що обґрунтовані та вирішені автором, та отримані результати наукових і прикладних досліджень.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, 5 методично пов'язаних розділів, висновків та необхідних змістовних графічних, табличних та текстових додатків,

## **2. Загальна характеристика дисертаційної роботи.**

**У вступі** обґрунтовано актуальність роботи, показано її зв'язок із науковими програмами. Сформульовано мету, задачі досліджень, об'єкт і предмет досліджень. Визначено достатньо повно наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Надано інформацію про впровадження результатів роботи, апробацію, цільовий зміст публікацій та особистий внесок здобувача.

**У першому розділі** проведено критичний аналіз наукових публікацій за темою дисертації з цільовою характеристикою особливостей СПВ НГКР основних нафто-газоносних басейнів України.

На наш погляд, заслуговує на увагу авторський підхід до систематизації сучасних відомостей про хімічний склад СПВ та можливі небезпеки при їх надходженні у навколишнє природне середовище (НПС). При цьому достатньо критично розглянуто технології поводження з цими водами на сучасному етапі



виробництва вуглеводнів (ВВ). Автором на основі аналізу багатокомпонентного хімічного складу СПВ доведено, що СПВ можуть бути сировинною базою для одержання ряду цінних продуктів. При цьому автором показано, що відомі технології вилучення йоду з бурових вод переважно базуються на використанні соляної і сірчаної кислот, молекулярних сполук хлору та сірки діоксиду, гіпохлориту й гідроксиду натрію, є високо витратними та екологічно недосконалими.

*До часткового недоліку цього розділу можна віднести відсутність характеристики відмінностей гідрогеохімічного зонування нафтогазоносних басейнів України, в першу чергу потужностей зон активного, уповільненого та утрудненого водообміну (відповідно-ЗАВ, ЗУВ, ЗЗВ та захисної (бар'єрної) здатності регіональних водотривів.*

Але можна відмітити, що обґрунтований на основі аналізу літературних джерел напрямок досліджень, який стосується підвищення екологічної безпеки повернення СПВ у надра з видаленням сполук заліза у вигляді гідроксиду заліза (III), вилученням йоду озонуванням, а також сформульовані завдання, які необхідно вирішити для досягнення мети роботи, є достатньо повними і обґрунтованими на науковому і методичному рівнях.

У другому розділі розглянуто методи досліджень модельних зразків СПВ, реальних вихідних зразків СПВ та озонованих СПВ. Зазначена структура досліджень та отримання вихідних даних щодо хіміко-термодинамічних та водно-екологічних властивостей дозволив, на нашу думку, суттєво розширити склад параметрів з оцінки фізико-хімічних і техніко-економічних властивостей СПВ як сировини для вилучення стабільного йоду. До позитивного параметру досліджень можна віднести відбір зразків СПВ для досліджень згідно зі стандартними методиками з певних вітчизняних НГКР.

*При достатньої повноті і комплексності наведених автором оцінок гідрогеохімічного складу СПВ та спрямованості методів лабораторних досліджень їх складу (пірометричного, фотоколориметричного, спектрометричного і ін.) у складі даного розділу можна відмітити наступні недоліки:*

1) *відсутні оцінки змін продуктивності нафто-газоводоносних горизонтів, з яких відбиралися зразки СПВ та їх вихідної (початкової) газонасиченості, що могло вплинути на збільшення доли високо- мінералізованих порових вод (результати досліджень д.г.н. Сухорєброго А.О., 2001р., ІГН НАН України);*

2) *зміна мінералізації СПВ до 3-5 разів і більше ( $50-250\text{г/дм}^3$ ) може обумовити значні варіації їх в'язкості і вплив на поглинальну здатність свердловин при поверненні СПВ у надра (табл. 1.2); крім того, наведені*

значення густини СПВ  $\gamma=1.24\text{кг/дм}^3$  корелюються з показником мінералізації СПВ до  $340-350\text{ г/дм}^3$  (проф. Бондаренко С.С. 1985р., ВСЕГІНГЕО).

Вплив вищезазначених недосконалостей оцінок фізико-хімічних і геотермічних параметрів СПВ у значній мірі компенсується високою методичною і технологічною досконалістю проведених експериментальних оцінок сумісності СПВ з водами поглинального пласта при поверненні у пласт-колектор на основі встановлення рівноважних концентрацій осадоутворюючих компонентів, іонної сили розчинів, добутку розчинності, індексів насиченості та стабільності.

Слід відмітити, що додатковому підвищенню результативності експерименту сприяли математичне моделювання та обробка експериментальних результатів з використанням програмних пакетів Microsoft Excel, MathLab та методів математичної статистики.

**Розділ 3 "Підвищення екологічної безпеки видобування вуглеводнів шляхом дослідження сумісності супутньо-пластових вод"** пов'язаний з вирішенням провідних завдань досліджень і тому автором обґрунтовано виділено у його складі 4 підрозділу, у яких наведено аналіз результатів озонування СПВ та наступного перетворення іонів заліза і його видалення разом із завислими речовинами, обґрунтовано еколого-техногенні параметри повернення СПВ при безперервної експлуатації НГКР :

- 3.1 Загальна характеристика сумісності супутньо-пластових вод
- 3.2 Фізико-хімічна характеристика супутньо-пластових вод
- 3.3 Наукове обґрунтування зменшення екологічних ризиків
- 3.4. Дослідження підвищення екологічної безпеки повернення СПВ

озонуванням іонів заліза

Принциповою новизною цього етапу досліджень є визначення модельних параметрів сумішей СПВ та вод поглинального пласта (ВПП) у різних співвідношеннях з урахуванням усіх можливих варіантів змішування і хімічного складу, експериментальне визначення рівноважних концентрацій сульфат-іону, які порівняно з його фактичними концентраціями.

До позитивних параметрів роботи можна віднести врахування автором техногенного метаморфізму СПВ внаслідок їх забруднення у процесі видобутку газу або нафти інгібіторами гідратуутворення та корозії, поверхнево-активними речовинами (ПАР), продуктами корозії обладнання, нафтопродуктами та іншими домішками.

В той же час при розгляді хімічного складу СПВ Медведівського газоконденсатного родовища (таблиця 3.1, стор. 88) та хімічного складу пластових вод поглинаючого триасового горизонту Кобзівського родовища, де

обладнано пункт повернення СПВ, в тому числі і тих, що надходять з Медведівського газоконденсатного родовища свердловини №63 (таблиця 3.2, стор.89) *автором, на наш погляд, не проаналізовано їх критичних відмінностей, які впливають на стійкість процесу повернення первинних СПВ:*

- *підвищений вміст сульфат-іону у СПВ до 10 разів відносно ВПП (595,2 та 59,7 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно);*
- *суттєві відмінності водневого показника рН СПВ та вод ВПП (5.5. та 6.3), що при відносній нерівномірності процесу гідрогеофільтрації може призводити до локального випадіння сульфатних та карбонатних сполук кальцію та кольматації пласта –колектора.*

Але відмічені недоліки мають переважно рекомендаційний характер і не впливають на достатню вірогідність отриманих результатів і комплексність виконаних досліджень. В цілому матеріали розділу мають завершений характер.

**У 4-му розділі "Наукове обґрунтування екологічної безпеки при вилученні йоду озонуванням з супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ"**, якій можна віднести до ключових у складі дисертаційного дослідження, наведено результати теоретичного і експериментального обґрунтування засобів підвищення екологічної безпеки при перетворенні атомарного йоду (I) на молекулярний (I<sub>2</sub>) у процесі озонування СПВ.

В цілому за результатами аналізу наведених даних, можна відмітити, що автором детально досліджені умови, за яких йодид-іони перетворюються у йод та яка кількість озону, як екологічно небезпечної речовини, може поступати в навколишнє середовище. Доведено, що традиційне використання хлорводневої і сульфатної кислот, молекулярних хлору та сірки діоксиду є екологічно небезпечною та технологічно недосконалою технологією, враховуючи високу агресивність сполук, що утворюються при цьому.

Враховуючи вищенаведене, автором при обґрунтуванні дослідної технології поводження з СПВ досліджено, що на вилучення йоду можуть впливати час обробки СПВ озоном, кислотність середовища, мольно-іонне співвідношення між реагентами, концентрація йодид-іонів, бромід-іонів, іонів заліза у СПВ, мінералізація, поверхня контакту між гетерогенними фазами, швидкість реакції. В цілому у розділі наведено і проаналізовано результати досліджень впливу провідних факторів на ступінь утворення йоду при перетворенні йодид-іонів у йод, що відбувається при обробці озоном СПВ.



На особливу увагу, на нашу думку, заслуговує на увагу встановлення впливу підвищеної кислотності середовища ( $\text{pH} < 7$ ) як передумови утримання  $\text{CO}_2$  у природному газі.

Підвищенню ефективності досліджень сприяло те, що результати озонування промислових СПВ та їх модельних аналогів мають достатню збіжність. Це свідчить про те, що вилучення з них йоду відбувається з 80-100 %-им ступенем утворення  $\text{I}_2$ , який збільшується при збільшенні мінералізації СПВ і збільшенні мольно-іонного відношення (МІВ)

В цілому, виконаний аналіз результатів досліджень, що наведені у даному розділі, дозволяє зробити впевнений висновок, що одержані параметри експериментальних авторських досліджень можуть, без сумніву, бути науковим підґрунтям для підвищення екологічної безпеки та оцінки економічних показників як при поверненні СПВ, так і при створенні технології вилучення йоду.

#### **Розділ 5 "Екологічні та економічні показники при поверненні супутньо-пластових вод з вилученням йоду"**

В даному розділі автором дослідження звернуто увагу на важливий показник зростання екологічного впливу СПВ при виснаженні ресурсів НГКР (т.зв. "пік Хабберта") внаслідок збільшення їх питомого показника на завершальній стадії видобутку цільової сировини.

Автором достатньо обґрунтовано доведено, що використання СПВ разом зі збільшенням глибини переробки вуглеводнів може знизити капітальні і експлуатаційні витрати на 40 % і 60 %, відповідно, та покращити екологічну небезпеку.

Заслуговує на увагу, що автором на базі удосконалених техніко-економічних показників враховані вимоги, які регламентується державними документами: "Класифікація експлуатаційних запасів і прогнозних ресурсів підземних вод", "Інструкція по застосуванню класифікації запасів підземних вод стосовно родовищ промислових вод", "Тимчасові вимоги до вивчення і підрахунку запасів супутніх вод газових, газонафтових родовищ, як джерела мінеральної сировини", затверджених Головною комісією запасів України у 1983р., 1984 р., 1992 р., відповідно.

Отримані результати досліджень та рівень їх техніко-економічної ефективності і еколого-техногенної досконалості при промисловому впровадженні буде сприяти комплексності використання енергетичних та хімічних ресурсів НГКР України, враховуючи їх значну виснаженість та складність гірогеодинамічних і гідрогеохімічних умов.

**Про високу прикладну ефективність виконаних Німець Н.М. досліджень свідчить впровадження їх основних результатів у технологічні**

проекти повернення СПВ у надра ряду родовищ (акти впровадження ГПУ “Шебелинкагазвидобування”, УкрНДІгазу).

**Висновки** містять основні результати дисертаційної роботи, які достатньо повно характеризують головні результати виконаного науково-практичного дослідження. Робота створює добре враження про фахові здібності та вміння здобувача щодо послідовного розв’язання комплексу складних наукових питань.

**3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наукові положення, що висвітлюються в дисертації, достатньо обґрунтовані аналізом літературно-довідкового матеріалу, використанням сучасних методів наукового дослідження, застосуванням стандартних та спеціальних методів отримання первинної інформації, що включають авторські лабораторні та польові дослідження, проведенням комп’ютерного моделювання.

**Основна наукова новизна** отриманих результатів полягає в підвищенні екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод у надра нафто-газоконденсатних родовищ з вилученням йоду, обґрунтуванні основних методичних підходів щодо оцінки впливу хімічних та фізичних чинників впливу СПВ на навколишнє природне середовище.

**Рівень новизни результатів дисертаційної роботи.** Результати роботи є новими, що підтверджується аналізом літератури, отриманням автором нових наукових результатів досліджень, які узгоджується з сучасним теоретичним рівнем уявлень про екологічну безпеку, розробкою та впровадженням комплексу науково-технічних рішень з метою підвищення екологічної безпеки розробки НГКР України та комплексності використання ресурсів вуглеводнів та супутньо-пластових вод.

**Значення одержаних результатів для науки й практики та рекомендації щодо їх можливого використання.** Запропоновано удосконалений методологічний підхід щодо підвищенні екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод у надра нафто-газоконденсатних родовищ з вилученням йоду, що є важливим параметром підвищення ефективності розробки нафто-газоконденсатних родовищ України

**Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації.** Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені у дисертації етапи проведення дослідження, основні наукові результати та висновки.

**Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових праць, серед них: 9 публікацій у фахових виданнях України, 1– у виданні, включених

до міжнародних наукометричних баз; 10 – у матеріалах наукових конференцій, 4 патенти на корисну модель, 1 патент на винахід. В публікаціях висвітлено основні результати дисертаційного дослідження.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є особистим науковим доробком здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у визначенні та формулюванні мети і задач роботи, наукових положень, проведенні польових і теоретичних досліджень, аналізі наукової літератури, обробки результатів, розробці і теоретичному обґрунтуванні заходів та засобів, направлених на підвищення екологічної безпеки міст з урахуванням екологічних ризиків.

**Оцінка структури та стилю викладення матеріалу.** Зміст дисертації розкриває вирішення поставленої мети, задач і завдання. Робота має характер завершеної наукової праці. Текстова частина має достатні і правильно зроблені посилання на літературні джерела. Дисертація та автореферат належним чином оформлені і проілюстровані таблицями і графічним матеріалом. Мова та стиль викладення матеріалу дисертації та автореферату відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України. Викладення наукових положень, результатів та висновків здійснено аргументовано.

**Відповідність паспорту спеціальності.** Дисертаційна робота відповідає паспорту наукової спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема п.п. 1,3 та п. 5 напрямків досліджень.

**При загальній позитивній характеристиці дисертації до роботи вона має ряд недоліків і зауважень, які не впливають на її актуальність, достатню наукову новизну отриманих результатів та їх практичну ефективність.**

#### **Висновок.**

Дисертаційна робота **Німець Наталії Миколаївни** на тему «Підвищення екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод в надра нафто-газоконденсатних родовищ з вилученням йоду» є завершеною науковою роботою, яка вирішує важливе науково-практичне завдання підвищення екологічної безпеки експлуатації родовищ вуглеводнів України, які переважно мають складний еколого-геологічний стан.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота є завершеним дослідженням, за своєю актуальністю, достовірністю результатів досліджень, новизною і практичному значенню відповідає вимогам, які пред'являються до кандидатських дисертацій ДАК МОН України на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор **Німець Наталя Миколаївна**



заслугує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент, головний науковий співробітник  
Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного  
простору НАН України, ст.наук.співр., док.техн.наук  
зі спеціальності 05.26.05–інженерна екологія, лауреат  
Державних премій СРСР (1991р.) та України (2004р.)

**Яковлев Є.О.**

Підпис д.т.н., гол.наук.сп. ІТГІП НАН України  
Яковлева Є.О. засвідчую:  
**Вчений секретар ІТГІП НАНУ, к.т.н.**



**Клименко В.І.**