

ВІДГУК
офіційного опонента Огняника Миколи Степановича
на дисертаційну роботу Шевченка Олексія Леонідовича
«Радіогідрогеологія осушуваних ландшафтів Українського Полісся
(на прикладі Чорнобильської зони відчуження)», що представлена на
здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю
04.00.06 – Гідрогеологія.

Дисертація складається із 2 томів: основної частини та тому із 72 додатків. Основна частина містить вступ, 8 розділів, висновки, список використаних джерел із 269 посилань. Вона викладена на 379 сторінках і включає 49 таблиць та 91 малюнок.

Актуальність теми. Актуальність дисертаційної роботи Шевченка О.Л. обумовлена необхідністю врахування бар'єрних функцій порушених осушувальними системами ландшафтів для мінімізації водного винесення радіонуклідів за межі відчуженої зони. При цьому ґрунтові води на слаборозчленованих водозборах Полісся відіграють визначальну асиміляційну функцію. Розробка даної проблеми на комплексному системному рівні необхідна для оцінки бар'єрних здібностей ландшафтів в зонах Рівненської та Хмельницької АЕС.

Отже гідрогеологічний напрямок при вирішенні даної проблеми цілком виправданий у зв'язку із особливою роллю ґрунтових вод у формуванні якості та обсягів загального стоку з осушуваних водозборів Українського Полісся.

Актуальність роботи підтверджується зацікавленістю галузевого відомства – Міністерства з надзвичайних ситуацій, яке у свій час фінансувало цілий ряд тем (наведені в авторефераті та вступі дисертації), при виконанні яких отримано основні результати дисертаційної роботи.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність.

До захисту висунуто п'ять наукових положень та шість пунктів наукової новизни, які сформульовані достатньо чітко, з наведенням основного результату, тобто не декларативно. Основні положення виглядають наступним чином: методологія оцінки радіоактивного забруднення водного середовища осушуваних ландшафтів; закономірності формування радіоактивного забруднення ґрунтових і поверхневих вод осушуваних ландшафтів; стадійність змін ролі підземних вод у загальному винесенні радіонуклідів з меліорованих та природних ландшафтів; науково-прикладні засади поводження з осушувальними системами на різних етапах

післяаварійного циклу в зонах техногенного радіоактивного забруднення; новий науковий напрямок – «радіогідрогеологія осушуваних ландшафтів».

Високий ступінь обґрунтованості та достовірності результатів визначається значним обсягом фактичних даних, отриманих автором під час виконання «чорнобильської тематики», великою кількістю відібраних проб та достатньою тривалістю гідрогеологічних і гідрологічних режимних спостережень. Закономірності, отримані автором, обґрунтовуються застосуванням цілого ряду сучасних гідрогеологічних, геофізичних, математичних та інших методів досліджень та інтерпретації результатів, зв'язкою їх з результатами досліджень інших науковців.

Наукова новизна одержаних результатів.

Детальний розгляд дисертаційної роботи у співставленні із задекларованими автором положеннями новизни, дозволяє стверджувати, що робота містить оригінальні, новітні наукові результати, а також методичні підходи, які доповнюють один одного, складають цілісну методологію і дозволяють автору претендувати на виділення нового наукового напрямку.

В дисертації вперше обґрунтовані та чітко сформульовані **закономірності**, що стосуються особливостей впливу осушувальної мережі та «післячорнобильських» водоохоронних споруд на водну міграцію радіонуклідів (переважно стронцію-90) на фоні природних особливостей поліського ландшафту (розділ 2), хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод (розділ 3). Автором вперше виділено чотири характерні типи водообміну між ґрунтовими та поверхневими водами каналів; для кожного з яких розглянуто закономірності режиму, балансу, надходження радіонуклідів. Автором вперше, за власною методикою, визначено швидкість водообмінних процесів, що забезпечує зменшення концентрацій стронцію-90 у підземних водах.

Важливим новим результатом даної роботи є **узагальнення на регіональному рівні щодо впливу осушувальних систем на бар'єрну стійкість водозбірних басейнів та районування зони відчуження за бар'єрною стійкістю** малих водозборів приток р. Прип'ять.

Головними положеннями, що забезпечують новизну роботи та її практичне значення є **розроблена автором методологія оцінки бар'єрної стійкості водозборів по відношенню до забруднення стронцієм-90 та науково-прикладні засади поводження із осушувальними системами в зонах радіоактивного забруднення**. Останнє є одним з основних завдань виділеного автором напрямку радіогідрогеології, що забезпечує його довершеність.

Практичне значення одержаних результатів мають розроблені автором підходи та методи оцінки і прогнозування вторинного радіоактивного забруднення поверхневих і ґрунтових вод в межах осушуваних ландшафтів ЧЗВ, які можна використати і при розсіяному поширенні інших забруднюючих речовин.

Розроблена автором методологія оцінки бар'єрної стійкості водозбірних басейнів, що включає методіку ретроспективного статистичного аналізу, надає широкі можливості для застосування під час оцінок бар'єрної стійкості водозбірних басейнів до різних типів забруднення, при обґрунтуванні ділянок розташування екологічно небезпечних об'єктів.

Ступінь апробації результатів. За темою дисертації опубліковано 114 робіт, з яких автором виділено 73 основні, серед яких 8 монографій, одна з яких видана закордонним видавництвом, що має найвищий науковий рейтинг у Європі та світі. Ці праці повністю узгоджуються із змістом дисертації та більш детально і різнобічно розкривають окремі її положення та здобутки.

Основний зміст роботи. У вступі чітко і лаконічно охарактеризовані усі формальні позиції: актуальність, мета, задачі, методи, об'єкти та предмет досліджень, новизна, апробованість роботи її практичне значення,.

Перший розділ присвячений «теоретичним та методичним засадам досліджень» та обґрунтуванню передумов виділення нового наукового напрямку «радіогідрогеологія осушуваних ландшафтів». В ньому наведено короткий огляд історії розвитку проблеми, що дала поштовх до започаткування нового науково-прикладного напрямку, обґрунтовано доцільність його виділення на основі суттєвих відмінностей за чинниками впливу на міграцію радіонуклідів; визначено головні завдання, загальні методологічні засади та методичні підходи. Радіогідрогеологія осушуваних ландшафтів сформувалась як напрямок радіогідрогеології, що вивчає поведінку радіонуклідів на штучно дренованих ландшафтах. Автор **достатньо повно розкриває призначення, цілі та завдання нового напрямку. Обґрунтована методологія та етапи досліджень, а також прикладні задачі напрямку.** Обрані методи є достатньо сучасними. З врахуванням небезпеки опромінення персоналу, що проводить дослідження на радіаційно забруднених площах, автор цілком слушно покладає ряд завдань на дистанційні дослідження, серед яких чільне місце відводить дешифруванню космознімків.

Даний розділ **обґрунтовує методи і розкриває загальну схему радіогідрогеологічних досліджень, описаних в усіх наступних розділах.**

Розділ 2 «Природні і техногенні характеристики, як чинники міграції радіонуклідів» присвячено аналізу природно-техногенних чинників, що

впливають на перерозподіл і винесення радіонуклідів (переважно ^{90}Sr) з осушувальних систем та водозбірних басейнів малих річок ЧЗВ. Виділено найбільш важливі чинники басейнового (локального) та регіонального рівня; проаналізовано особливості та виділено закономірності формування поверхневого стоку з осушувальних систем у післяаварійний період з 1986 по 2004 рр.; розкрито роль гідрометеорологічних та техногенних чинників у формуванні водно-радіаційного режиму і водного балансу на водозборах ЧЗВ. За особливостями водного режиму, функціональним станом та характером впливу на гідрогеологічні умови і ступінь зволоження ландшафту виконано типізацію меліоративних систем ЗВ і ЗБ(О)В.

У даному розділі обґрунтовано перелік «зовнішніх» динамічних чинників гідрометеорологічного характеру та сталих ландшафтних чинників, які використано у розділі 7.2 для прогнозування винесення ^{90}Sr водотоками. Отже він чітко вкладається в логічно пов'язану схему дисертації та в систему завдань зазначеного науково-прикладного напрямку.

В Розділі 3 «Гідрогеохімічні умови формоутворення та міграції радіонуклідів» розглянуто залежності вмісту ^{90}Sr і ^{137}Cs у ґрунтових та поверхневих водах від їх хімічного складу та концентрації легкорозчинних органічних речовин, що тісно пов'язано з характером водообміну, і в першу чергу - джерелами живлення поверхневих та ґрунтових вод. Надано детальну характеристику хімічного складу дренажних вод на правобережному і лівобережному водозборах р. Прип'ять. При цьому автор резюмує, що макроіонні складові хімічного складу не створюють помітного впливу на концентрацію ^{90}Sr в ґрунтових і поверхневих водах доти, поки переважна більшість твердофазних стронцієвмісних частинок не дисоціює і ^{90}Sr рівноважно не розподілиться між твердою і рідкою фазами. Прискорити мобілізацію радіонуклідів здатні розчинні органічні речовини, серед них, в першу чергу, фульвокислоти. Зв'язку між вмістом радіонуклідів та гумусових кислот автор приділив головну увагу, зробивши за результатами власних досліджень висновок, що «зависла та розчинена органічна речовина одночасно виступає адсорбентом та комплексоутворювачем продуктів поділу урану».

В цьому розділі автор, виходячи із технічного стану осушувальної мережі, зробив важливе і відповідальне узагальнення, що вміст ^{90}Sr і ^{137}Cs в ґрунтових і, особливо, в поверхневих водах, більшою мірою визначається відновною гідрохімічною обстановкою, про що свідчить більш тісна залежність вмісту ^{90}Sr від концентрації іонів амонію, ніж нітратів, а незначна потужність зони аерації та підвищена кількість розчинних органічних комплексоутворювачів сприяє надходженню ^{90}Sr в ґрунтові води. На верхніх ділянках каналів, до яких примикає діючий гончарний дренаж, вміст фульвокислот в поверхневих водах практично відповідає їх вмісту у ґрунтових водах дренажного стоку. Накопичення органічних сполук тим більше, чим менша швидкість течії у водотоці. У зворотному зв'язку зі швидкістю течії здебільшого знаходиться і об'ємна активність ^{90}Sr у воді.

Виявлено тісний зв'язок між концентрацією ^{90}Sr та окиснюваністю. Отримано ще цілий ряд цікавих залежностей та закономірностей, які заслуговують на включення до новизни результатів усієї роботи.

Встановлено залежності концентрації ^{90}Sr у воді магістральних каналів від *швидкості потоку, перманганатної окиснюваності та pH* води. Практично у всіх варіантах регресійних моделей окиснюваність мала найвищий рівень значущості (*p-level*): $2 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-2}$.

Отже, у даному розділі **обґрунтовано динамічні «внутрішні» чинники гідрохімічного характеру, які використано в розділі 7.2 при побудові регресійних залежностей та прогнозуванні концентрацій стронцію-90 у воді.** Він також є невід'ємною і важливою частиною дисертаційної роботи.

У розділі 4 «Процеси вторинного радіоактивного забруднення вод осушуваних ландшафтів і їх параметризація» ґрунтові води оцінено як одну із складових формування вторинного радіоактивного забруднення поверхневих вод каналів. Такий *системний аналіз, кількісна оцінка та порівняння усіх головних джерел забруднення водотоків дозволяють* під час проведення водоохоронних заходів *зосередитись на нейтралізації лише основних поточних джерел вторинного забруднення поверхневого дренажного стоку.* Яскравим прикладом доцільності таких досліджень є виявлені автором непоодинокі випадки зворотних градієнтів концентрації стронцію-90 між поровими розчинами донних відкладів та шарами води над ними. Тобто було встановлено, що донні відклади, які апріорі багато хто приймає за джерело забруднення, можуть виступати у якості чинника самоочищення поверхневих вод шляхом адсорбції радіонуклідів.

Отже, детально охарактеризовані у цьому розділі *дослідження є* не лише основою для складання водно-радіаційного балансу, розрахованого у розділі 7.1, і визначення пріоритетних джерел радіоактивного забруднення водотоків, а й *необхідні для* обґрунтування екологічно доцільних режимів стоку по осушувальній мережі та *оптимізації захисних заходів*, визначених в розділі 8.

Таким чином, даний розділ є важливою і невід'ємною частиною дисертації, що **забезпечує тісний зв'язок між усіма розділами та обґрунтування практичних заходів, визначених в останньому розділі.**

Розділ 5 «Особливості водообміну, їх вплив на масообмін радіонуклідів та самоочищення ґрунтових вод» присвячений, як і розділ 4, детальним дослідженням на 5 балансових ділянках, що представляють 4 різних типи водообміну, характерних, за визначенням автора, для осушувальних систем зони відчуження. Проте, у цьому розділі, на відміну від попередніх, **головна увага зосереджена на ґрунтових водах, визначенні їх**

балансу та джерел радіоактивного забруднення, пов'язаних із умовами живлення.

У даному розділі визначено роль ґрунтових вод у формуванні концентрацій та винесення радіонуклідів (переважно стронцію-90) поверхневим стоком за різних умов взаємодії з водами каналів, з чого можна зробити висновок, які режими стоку та типи водообміну є найбільш доцільними за радіоекологічними критеріями. Отже даний розділ **необхідний для обґрунтування поведження з осушувальними системами і його висновки тісно пов'язані із наступними розділами дисертаційної роботи.**

Цікавими та оригінальними є дослідження «самоочищення» підземних вод та встановлення швидкості цього процесу, проте результати цих досліджень практично не враховані в наступних розділах. Можливо їх можна було використати в розділі 8 при обґрунтуванні заходів з дезактивації або реабілітації меліорованих земель шляхом їх промивок на фоні дренажу, як це здійснюють на засолених зрошуваних угіддях.

Розділ 6 присвячений обґрунтуванню «критеріїв доцільності водоохоронних заходів на меліоративних системах в умовах радіоактивного забруднення». Серед головних критеріїв автор виділяє високі показники винесення радіонуклідів з водозбору у багатоводні періоди, що на його думку пов'язано із низькою природною або порушеною штучною мережею бар'єрною стійкістю. Крім цього, до критеріїв вибору способу поведження із осушувальними системами автор відносить:

- технічний стан та конструктивні особливості системи, що можуть забезпечити впровадження тих чи інших заходів;
- дані про джерела формування радіоактивного забруднення дренажного стоку;
- прогноз радіоекологічної ефективності тих чи інших заходів і можливих побічних негативних ефектів від них.

Про високу бар'єрну стійкість водозбору свідчить мінімальна кількість винесеної під час високої повені активності (з урахуванням запасу радіонукліду на водозборі). Бар'єрну стійкість по відношенню до полютантів формує комплекс природних ландшафтно-геохімічних та техногенних характеристик водозбірного басейну.

Для обґрунтування прогнозів радіоекологічної ефективності тих чи інших заходів автором розглянуто і **проаналізовано досвід поведження** із осушувальними системами в період запровадження заходів з «ліквідації» та «мінімізації» наслідків Чорнобильської катастрофи.

Отже у цьому розділі висунуто вимоги до обґрунтування сценаріїв поведження з осушувальними системами за різними критеріями, що повинно забезпечувати високий рівень верифікації та точності оцінок

бар'єрної стійкості водозборів. Цей розділ враховує висновки попередніх розділів і обґрунтовує заходи, наведені у 8-му розділі.

Розділ 7. «Математичне моделювання водного винесення радіонуклідів. Оцінка бар'єрної стійкості водозборів».

В підрозділі 7.1, використовуючи параметри визначені в розділі 4, автор розраховує баланс вторинного забруднення стронцієм-90 поверхневих вод окремих каналів і визначає домінуючі процеси та чинники вторинного забруднення дренажних вод.

В підрозділі 7.2 автор **математично доводить наявність тісного зв'язку між виділеними у попередніх розділах чинниками (динамічними та статичними) та обсягами винесення стронцію-90 або його концентрацією у воді.** Також, доведено, що рекомендований у 6-му розділі критерій, – «модуль бар'єрних та мобілізаційних функцій», достатньо чітко відображає бар'єрну стійкість водозбору до винесення радіонукліду: чим більше позитивне значення цього модуля і чим більш стійке воно в часі, тим гірша бар'єрна стійкість водозбору, визначена за зовсім іншим критерієм – сумою бальних оцінок ландшафтних чинників. І навпаки, коли модуль бар'єрних та мобілізаційних функцій швидко досягає від'ємних значень це збігається із бальною оцінкою водозбору, як такого що має високу бар'єрну стійкість за ландшафтними показниками. Тобто оцінка бар'єрної стійкості водозборів є верифікованою. **Ці висновки є ключовими у доведенні дієвості та ефективності усієї авторської методології та усіх виконаних досліджень.** Виконане автором районування зони відчуження за бар'єрною стійкістю водозборів забезпечує завершеність усієї ланки досліджень, описаних в розділах з 2 по 7-й.

«Науково-прикладні засади поводження із осушувальними системами в зонах радіаційного забруднення» наведені в **розділі 8 базуються на результатах описаних у попередніх розділах.** Розділ містить основні варіанти функціонування меліоративних систем на територіях забруднених радіоактивними речовинами, залежні від кількох головних факторів: водності року, фізико-хімічних форм радіоактивних речовин та функціонального статусу території.

Цей розділ необхідний з точки зору довершеності у розкритті головних завдань «радіогідрогеології осушуваних ландшафтів», проте не обов'язковий для роботи гідрогеологічного спрямування, оскільки розкриває головним чином технічні питання.

Висновки є достатньо інформативними, узгоджуються із позиціями новизни та головними завданнями роботи, задекларованими у вступі, здебільшого стосуються гідрогеологічних питань.

Зауваження до тексту дисертації

- 1) На стор. 38 зазначається, що «Результати багатьох досліджень вказують на те, що болота відіграють негативну роль у живленні річок, утримуючи атмосферні опади і поверхневій стік, а також витрачаючи значний їх об'єм на випаровування». Є річки – болотні, карстові, озерні, з азональним режимом, із зональним режимом і т.д. Деякі вчені гідрологи вважають, що болота – це недоторкані запаси води для великого числа гідрологічних річок. Очевидно, слід було класифікувати водотоки зони відчуження за характером живлення, а потім висувати відповідні твердження.
- 2) На стор. 19 наведено, що «Серед природних чинників, що визначають бар'єрну стійкість доцільно виділити статичні та динамічні». Якщо виходити з того, про чинники – це рушійна сила якогось процесу, то наведені незмінні ландшафтні ознаки не можуть бути чинниками. Можна охарактеризувати щільність гідрографічної мережі, переважаючий тип ґрунтів, відносну площу лісу, як ознаку ландшафту. А в свою чергу, можна ознаки прийняти прямі та побічні.
- 3) Виходячи з попереднього зауваження, віднесення лісових масивів до впливових чинників винесення стронцію-90 виглядає сумнівним.
- 4) На стор. 72 «Вивчення причин та характеристик вторинного радіоактивного забруднення поверхневих вод пов'язано з розрахунками водного балансу», але при цьому не вказано межі території, для якої виконувались балансові розрахунки.
- 5) Розділ 2 слід було завершити узагальненням для всього післяаварійного періоду (хоча б 25 років) щодо стабільності або виявлених автором етапів техногенно обумовлених змін режиму і балансу загального поверхневого стоку в зоні відчуження.
- 6) На стор. 268 наведено, що математична модель повинна відображати не лише процеси міграції та граничні умови, а й враховувати сукупний вплив факторів, що визначають інтенсивність міграції в кожному окремому випадку. Але, математична модель складається з параметрів та граничних умов.
- 7) На стор. 322 «типізація умов вторинного забруднення поверхневих вод каналів» наведена без будь-якого пояснення та обґрунтування.
- 8) Для того, щоб у назві дисертації було зазначено «на прикладі Чорнобильської зони відчуження», необхідно було для територій Українського та Білоруського Полісся навести характеристики гідрогеологічних умов, на основі яких виконати типізацію за гідрогеологічними та техногенними критеріями, а потім показати, що Чорнобильська зона є достатньо репрезентативним полігоном для еталонних досліджень.

Достовірність наукових положень і висновків базується на значному обсязі фактичних даних, що характеризують об'єкти досліджень, а також на застосуванні сучасних методів інтерпретації результатів. Крім того, значному підвищенню ступеню узагальнення результатів та наукових положень і висновків сприяє системний аналіз чинників та процесів вторинного радіоактивного забруднення ґрунтових та поверхневих вод.

Апробацію отриманих у роботі результатів виконано на належному рівні. Автором опубліковано 73 роботи, в т.ч. 8 монографій (у співавторстві) та 16 статей у фахових вітчизняних виданнях з геологічних наук.

Основою дисертації є струнка і цілісна методологія оцінки бар'єрної стійкості водозбірних басейнів по відношенню до радіонуклідів, з врахуванням порушення режиму та балансу ґрунтових вод за рахунок осушувальних систем. Зміст дисертації відповідає обраній спеціальності «гідрогеологія».

Автореферат дисертації належним чином відображає зміст та основні наукові результати дисертаційної роботи Шевченка О.Л. Наведений список літератури (269 джерел) свідчить про глибоке опрацювання проблеми та добру обізнаність автора із світовими розробками в галузі радіогідрогеології та радіоекології.

Дисертаційна робота О.Л. Шевченка є завершеним науковим дослідженням, повністю відповідає вимогам МОН України до докторських дисертацій, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.06 – «гідрогеологія».

Офіційний опонент

доктор геол.-мін. наук, професор,
завідувач відділом охорони підземних вод
Інституту геологічних наук НАН України



Огняник М.С.

Підпис Огняника М.С.

засвідчую,

вчений секретар

Інституту геологічних наук НАН України

кандидат геологічних наук



Гаврилюк Р.Б.

Відгук надійшов

в редакцію 28.04.2016р.