

ВІДГУК

опонента доктора сільськогосподарських наук, професора,

РОМАНЧУК ЛЮДМИЛИ ДОНАТІВНИ

на дисертаційну роботу Голяки Дмитрія Миколайовича «Просторове і темпоральне оцінювання радіоекологічних показників лісів, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської аварії», подану на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.01 – Радіобіологія

Ступінь актуальності обраної теми докторської дисертації

Ліси, розташовані в межах Чорнобильської зони відчуження і на прилеглих територіях, залишаються одним із найбільш стійких резервуарів радіонуклідного забруднення довкілля, сформованого внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС 1986 р. Якщо ступінь радіоактивного забруднення продукції сільського господарства за чотири десятиліття знизився в десятки разів, то в компонентах лісових фітоценозів – лише у 2–3 рази, що зумовлює збереження підвищеної радіологічної небезпеки деревної й недеревної лісової продукції та значний суспільний запит на достовірну інформацію про сучасний радіоекологічний стан лісів. Водночас, на відміну від відносно добре вивченого ^{137}Cs , поведінка біологічно значно рухливішого ^{90}Sr у компонентах лісових екосистем донедавна залишалася вивченою фрагментарно, а повноцінна система збору й обробки даних про радіологічний та екологічний стан лісів Чорнобильської зони відчуження була відсутня, що створювало «інформаційний вакуум» для прийняття обґрунтованих управлінських рішень лісокористувачами.

У цьому контексті обґрунтованим і своєчасним є виконане Д. М. Голякою комплексне дослідження, спрямоване на розробку системи репрезентативних майданчиків спостережень, встановлення закономірностей просторового, темпорального й біогеоценозного розподілу біологічно мобільних радіонуклідів (^{90}Sr і ^{137}Cs) та інтеграцію класичних методів лісової радіоекології із сучасними підходами дистанційного зондування Землі (безпілотні літальні апарати, супутникові знімки Sentinel-1/2), геостатистики та машинного навчання (алгоритм XGBoost). Отримані результати мають безпосереднє значення для радіаційного захисту населення й персоналу, який здійснює лісгосподарську діяльність та бере участь у гасінні ландшафтних пожеж на радіоактивно забруднених територіях, а також для перегляду низки чинних нормативних підходів до оцінювання радіологічного стану деревини. Викладене свідчить про безумовну актуальність теми дисертаційного дослідження Д. М. Голяки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України, зокрема в межах тем «Науковий моніторинг радіобіологічних ефектів хронічного іонізуючого опромінення референтних видів рослин у зонах радіоактивного забруднення ЧАЕС» (номер державної реєстрації 0113U003831, 2013–2017 рр.), «Експериментально вивчити та оцінити біогенні потоки ^{90}Sr в лісових екосистемах» (номер державної реєстрації 0117U002535, 2017–2019 рр.), «Розробити сучасні способи прогнозування біопродуктивності і радіологічного стану лісів інтегрованими підходами ГІС та машинного навчання» (номер державної реєстрації 0120U101540, 2020–2022 рр.), «Прикладні рішення оцінювання радіоекологічного стану лісів, забруднених внаслідок Чорнобильської аварії методами ГІС та машинного навчання» (номер державної реєстрації 0120U102089, 2020–2022 рр.) і «Розробка системи радіологічного захисту учасників пожежогасіння на радіоактивно забруднених землях» (номер державної реєстрації 0124U001040, 2024–2026 рр.), а також у рамках міжнародних проєктів і дослідницьких угод – Координаційної дослідницької програми МАГАТЕ (угода № 18173, 2013–2017 рр., та угода № 26466, 2022–2027 рр.), грантової угоди Європейського Союзу COMET № 604974 (7-ма Рамкова програма, 2015–2017 рр.), угоди з Інститутом радіаційного захисту і ядерної безпеки (IRSN, Франція) № CA32002400 (2015–2017 рр.), японсько-українського проєкту SATREPS (2016–2021 рр.) та спільної українсько-норвезької освітньої програми «Joint Ukrainian-Norwegian education programme in Environmental Radioactivity» (CPEA-2015/10108, 2017–2021 рр.). До виконання зазначених тем дисертант залучався як керівник тематики або відповідальний виконавець окремих розділів і підрозділів, що підтверджує системний і послідовний характер проведених досліджень.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації

Наукові положення, висновки й рекомендації дисертаційної роботи ґрунтуються на результатах багаторічних (понад 8 років) польових робіт, виконаних на репрезентативному й статистично значущому масиві експериментальних об'єктів: від поодиноких модельних дерев і компактних дослідних ділянок до масивів у понад 200 наземних майданчиків, 14 аерофотополігонів БПЛА та регіонального покриття супутниковими даними для всієї української частини зони відчуження і 10-кілометрового буфера навколо неї.

Переконливим підтвердженням обґрунтованості одержаних результатів є їх апробація в 21 статті, проіндексованій у наукометричних базах Scopus та/або Web of Science Core Collection (з них 14 – у виданнях із квартилями Q1–Q2), що передбачає проходження незалежного зовнішнього рецензування визнаними міжнародними фаховими виданнями.

Наукова новизна дисертаційного дослідження, достовірність отриманих результатів і їх загальнонаціональне або світове значення

Наукова новизна одержаних результатів полягає, зокрема, в тому, що вперше: комплексно представлено закономірності протилежного за характером перерозподілу ^{90}Sr і ^{137}Cs у деревному профілі стовбурів сосни звичайної; відтворено динаміку перерозподілу ^{90}Sr і коефіцієнтів його переходу на прикладі двох типових деревостанів Українського Полісся; параметризовано XGBoost-метаалгоритм градієнтного бустингу для оцінювання радіоекологічних і лісотаксаційних ознак на трьох просторових рівнях – окремої ділянки (до 0,1 га), локального полігону аерофотозйомки БПЛА (до 50 га) та цілого регіону на основі супутникових даних; побудовано інтегрований алгоритм комплексної оцінки просторового й темпорального розподілу радіологічних і таксаційних ознак радіоактивно забруднених лісів; здійснено системне порівняння типового для лісової радіоекології підходу групування ділянок (за деревним видом, лісорослинними умовами) з прямим і опосередкованим оцінюванням за допомогою навчених XGBoost-алгоритмів; виявлено експериментально не описаний раніше екстремально високий рівень емісії ^{137}Cs (до 24 % валової активності) під час згоряння живих (зелених) гілочок сосни звичайної. Удосконалено методологію оцінювання надземної біомаси й вмісту біологічно мобільних радіонуклідів в анатомічних органах деревного стовбура; подальшого розвитку набули алгоритми машинного навчання для радіоекологічних досліджень лісових екосистем, способи дистанційного оцінювання лісотаксаційних показників на основі цифрової моделі пологів та методичні підходи і моделі біогеоциркулювання радіонуклідів.

Достовірність отриманих результатів забезпечується коректним поєднанням класичних методів лісової таксації, ґрунтознавства, дозиметрії, гамма- та бета-спектрометрії, дендрохронології з сучасними методами геостатистичного аналізу й алгоритмами машинного навчання, а також застосуванням належного статистичного апарату (кореляційний аналіз, перевірка нормальності розподілів, крос-перевірка моделей).

Практичне значення одержаних результатів на національному і світовому рівні полягає в розробленні науково-методичних рекомендацій, регресійних рівнянь, просторових (картографічних) шарів забруднення та

параметризованих алгоритмів машинного навчання, які впроваджено у виробничу діяльність Державного спеціалізованого підприємства «Екоцентр» (акти впровадження від 13.12.2019 р. та 28.11.2022 р.), використовуються в навчальному процесі під час підготовки фахівців спеціальності 101 «Екологія» в НУБіП України, а також використовувались у межах спільної українсько-норвезької програми підготовки магістрів і аспірантів «Joint Ukrainian-Norwegian education programme in Environmental Radioactivity» (2015–2022 pp.).

Оцінка основного змісту та оформлення роботи

Дисертацію підготовлено у формі наукової доповіді за сукупністю опублікованих наукових праць, що передбачено чинним Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук. Робота складається зі вступу, основної частини, до якої включено передрук 17 статей у наукових фахових виданнях (значна частина яких проіндексована в Scopus/Web of Science) та науково-методичних матеріалів, згрупованих у 8 розділів, а також загальних висновків і пропозицій виробництву. Загальний обсяг роботи – 450 сторінок.

У Розділі 1 «Модифікації та апробація методів для оцінювання радіоекологічних показників» модифіковано, на основі методики П. І. Лакиди (2002), спосіб оцінювання надземної фітомаси анатомічних компонентів стовбура (зовнішня й внутрішня кора, заболонь, ядра дерева) через показник лінійної щільності; порівняння з базовою методикою показало неістотне розходження за фітомасою стовбура ($1,6 \pm 2,3$ %) за суттєвішого розходження за фітомасою кори (22 ± 18 %). Обґрунтовано й статистично підтверджено ($R^2=0,90-0,96$) можливість експрес-оцінювання питомої активності ^{90}Sr у деревині сосни звичайної за щільністю потоку бета-частинок з поверхні кори стовбура – підхід придатний за питомої активності деревини понад $1,5 \text{ кБк} \cdot \text{кг}^{-1}$, тобто передусім у межах Чорнобильської зони відчуження. На матеріалі аерофотозйомки БПЛА розроблено регресійні рівняння оцінювання надземної біомаси соснових деревостанів ($R^2=0,78-0,79$) як альтернативу трудомістким і радіаційно небезпечним наземним обмірам.

У Розділі 2 «Розподіл радіонуклідів в основних депо типових насаджень у Чорнобильській зоні відчуження.» на основі детального пробовідбору деревини стовбурів встановлено принципово протилежні закономірності радіального розподілу двох радіонуклідів: ^{137}Cs концентрується в молодій периферійній заболоні, тоді як ^{90}Sr накопичується в старіших тканинах і ядровій деревині, а внутрішньодеревостанна мінливість питомої активності характеризується геометричним стандартним відхиленням $1,6-2,0$. На масиві

20 дослідних ділянок і понад 1000 проб уперше комплексно кількісно оцінено розподіл обох радіонуклідів між мінеральним ґрунтом (до 1 м), органічним горизонтом, надґрунтовим покривом і деревиною та встановлено, що агрегований коефіцієнт переходу «ґрунт – деревина» для ^{90}Sr на порядок перевищує довідкові значення МАГАТЕ.

У Розділі 3 «Комплексне оцінювання потоків і депо ^{90}Sr і ^{137}Cs типових насаджень радіаційно забруднених лісів» на основі багаторічних спостережень розраховано щорічні низхідні (опад, стоки) і висхідні (кореневе поглинання, приріст біомаси) потоки обох радіонуклідів; на цій емпіричній основі розроблено й параметризовано оригінальну компартментну (26 відсіків) імітаційну модель біогеохімічного кругообігу ^{90}Sr , що дало змогу спрогнозувати динаміку перерозподілу радіонукліда на 1990–2035 рр. і показати систематичне завищення (у 2,5–3 рази) оцінок вмісту ^{90}Sr у деревині за використання стандартної (0,2 м) глибини ґрунтового пробовідбору замість повнішої (1,0 м). Окремо емпірично досліджено динаміку ^{90}Sr у деревах, що ростуть на траншеях поховання радіоактивних відходів у Рудому лісі: за 13 років запас радіонукліда в надземній біомасі таких дерев зріс майже у шість разів, що спростовує більш оптимістичний ранній прогноз і підтверджує довготривалу небезпеку подібних об'єктів.

У Розділі 4 «Оцінювання забруднення деревини ^{90}Sr поза межами Чорнобильської зони відчуження» на матеріалі Іванківської територіальної громади встановлено, що до 82–88 % проб деревини для дров перевищують гігієнічний норматив за вмістом ^{90}Sr , а стійкого тренду зниження коефіцієнтів переходу за 9 років спостережень не виявлено; для основних лісоутворювальних листяних порід Українського Полісся (берези, вільхи чорної, осики) отримано актуальні коефіцієнти переходу ^{90}Sr , які у 4–8 разів перевищують довідникові значення МАГАТЕ, і на цій основі побудовано прогнозні моделі накопичення радіонукліда в деревостанах.

У Розділі 5 «Просторово-темпоральний розподіл території Чорнобильської зони відчуження за рівнями радіоактивного забруднення» на основі узагальнення геопросторових даних щодо ^{90}Sr , ^{137}Cs та ізотопів плутонію й америцію показано, що станом на 2022 р. жоден населений пункт поза межами Чорнобильської зони відчуження не відповідає чинному законодавчому критерію зони безумовного (обов'язкового) відселення, а в довгостроковій перспективі (до 2086 р. і далі) межі радіаційно небезпечних земель визначатимуться довгоживучими ізотопами плутонію і фактично збігатимуться з існуючою 10-кілометровою зоною; на цій основі сформульовано пропозиції щодо вдосконалення законодавчого зонування територій, забруднених унаслідок Чорнобильської аварії.

У Розділі 6 «Радіальний приріст дерев сосни звичайної за різних рівнів радіоактивного забруднення чорнобильським викидом» за результатами 30–34-річних дендрохронологічних досліджень встановлено, що деревостани сосни звичайної, опромінені сублетальними дозами (в межах 8,6–13,2 Гр), не виявляють статистично значущих відхилень у формуванні річних кілець упродовж 30 років після аварії, тоді як для дерев із зони летального ураження (загинуло понад 90 % деревостану) статистично підтверджено зниження радіального приросту в 1988–1991 рр. Застосування методики диференціювання впливу радіаційного й метеорологічного чинників (double moving window, FDHM) не виявило стійкого довготривалого «радіаційного відбитка» в кліматичній чутливості приросту сосни через 35 років після аварії.

У Розділі 7 «Комплексне просторово-темпоральне моделювання радіоекологічних показників лісів Чорнобильської зони відчуження» – найбільшому за обсягом розділі роботи – на масиві понад 200 експериментальних майданчиків показано, що моделі машинного навчання (XGBoost) пояснюють 82–91 % варіації питомої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs у стовбуровій деревині, істотно перевершуючи класичний підхід на основі агрегованих коефіцієнтів переходу (передусім для ^{137}Cs , $R^2=0,28\text{--}0,36$), а головними факторами визначено щільність радіоактивного забруднення ґрунту та потужність амбієнтної еквівалентної дози. На основі інтеграції наземних вимірювань, аерофотозйомки БПЛА та супутникових даних Sentinel-1/2 розроблено інтегрований алгоритм просторово-часового прогнозування таксаційних, екологічних і радіологічних показників лісів на 2020–2050 рр., застосований, зокрема, для лісового фонду ДСП «Північна пуща»: встановлено, що лише 3 % площі цього лісгоспу відповідають нормативу вмісту ^{90}Sr у паливній деревині, тоді як економічні втрати деревної сировини від масштабних лісових пожеж 2020 і 2022 рр. оцінено у близько 6,1 млрд грн.

У Розділі 8 «Оцінка показників радіонуклідів у димових аерозолях під час ландшафтних пожеж у Чорнобильській зоні відчуження» на основі стаціонарного й мобільного моніторингу під час масштабних пожеж 2016 і 2020 рр. встановлено, що тривалість безпечної роботи персоналу пожежогасіння в Чорнобильській зоні відчуження лімітується зовнішнім, а не інгаляційним опроміненням, а застосування засобів індивідуального захисту органів дихання знижує інгаляційну дозу на порядок. За результатами оригінальних натурних мікроекспериментів із спалювання різних видів горючих матеріалів отримано новий для наукової літератури результат: викид ^{137}Cs під час згоряння живих (зелених) гілочок сосни звичайної може сягати 24 % валової активності радіонукліда, що співрозмірно з викидом за горіння

хвойної підстилки і має бути враховано під час оцінювання дозового навантаження на учасників гасіння пожеж.

Загальні висновки дисертаційної роботи (17 пунктів) послідовно узагальнюють методичні, фундаментальні радіоекологічні та прикладні результати проведеного дослідження, є логічними, випливають зі змісту роботи й підтверджуються наведеним фактичним матеріалом.

Оформлення наукової доповіді загалом відповідає чинним вимогам: матеріал викладено послідовно й логічно, з коректним використанням наукової термінології, а структура роботи узгоджується з поставленими метою та завданнями дослідження.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано в 61 науковій і науково-методичній праці, зокрема: розділ колективної монографії; 21 стаття в періодичних виданнях, проіндексованих у Scopus та/або Web of Science Core Collection (з них 14 статей – у журналах із квартилями Q1–Q2, 5 статей – у журналах категорії «А» Переліку наукових фахових видань України); 14 статей у закордонних/міжнародних виданнях; 12 статей у наукових фахових виданнях України; 1 стаття в іншому спеціалізованому науковому виданні; 17 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях і симпозіумах. Додатково за темою дисертації підготовлено 4 науково-методичні рекомендації, отримано 5 авторських свідоцтв на комп'ютерні програми та опубліковано 2 колекції даних, що відповідають принципам FAIR (Findable – відшукуваність, Accessible – доступність, Interoperable – сумісність чи інтероперабельність, Reusable – багаторазовість / придатність до повторного використання). Зважаючи на обрану форму подання роботи, у якій наведені статті самі по собі виконують функцію розгорнутого викладу й апробації наукових результатів, зміст наукової доповіді є ідентичним змісту опублікованих праць здобувача, що покладені в її основу.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є завершеною самостійною науковою працею. Постановку проблеми, визначення мети й завдань дослідження, розроблення теоретико-методологічних і методичних підходів, а також інтерполяцію та екстраполяцію одержаних закономірностей від рівня окремої ділянки до масштабу цілого регіону здобувач, згідно з його власною заявою, виконав особисто. Частину результатів отримано у співпраці з іншими науковцями та науковими колективами (насамперед – Українського науково-

дослідного інституту сільськогосподарської радіології НУБіП України, Інституту радіоактивності довкілля Університету Фукусіми, кафедри таксації лісу та лісового менеджменту НУБіП України), що є звичайною практикою для великих міждисциплінарних і міжнародних проєктів такого масштабу і засвідчується спільними публікаціями та відповідними посиланнями в тексті. У поодиноких включених до дисертації публікаціях (зокрема стосовно динаміки ^{90}Sr у деревах Рудого лісу, підрозділ 3.3) здобувач виступає співавтором, а не першим/кореспондуючим автором, що не суперечить встановленим вимогам, однак потребує уточнення конкретної частки особистого внеску дисертанта під час захисту.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення, висновки та рекомендації дисертації апробовано більш ніж на 15 міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах і симпозіумах упродовж 2016–2025 рр., зокрема в Києві, Одесі, Парижі (Франція), Курітібі (Бразилія), Цукубі й Фукусімі (Японія), Стокгольмі (Швеція) та Орландо (США), включно з профільними міжнародними форумами Міжнародної комісії з радіологічного захисту (ICRP), Міжнародного союзу науково-дослідних організацій у галузі лісового господарства (IUFRO) та Міжнародної асоціації радіаційного захисту (IRPA), що засвідчує визнання результатів дослідження міжнародною науковою спільнотою.

Відсутність академічного плагіату, фабрикацій, фальсифікацій

Під час опрацювання тексту дисертації ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації не виявлено. Наукова доповідь ґрунтується на оригінальних публікаціях здобувача (одноосібних і у співавторстві), а використані в роботі ідеї, результати й тексти інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідні джерела, що засвідчено також власною декларацією здобувача на титульному аркуші дисертації. Методики одержання емпіричних даних описано з достатнім ступенем деталізації, а частину первинних даних і програмних алгоритмів оприлюднено у відкритих репозиторіях (GitHub, Zenodo) та у вигляді колекцій даних, що відповідають принципам FAIR, що забезпечує можливість їх незалежної перевірки.

Зауваження та дискусійні питання щодо положень докторської дисертації

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому й відзначаючи високий загальний рівень проведених досліджень, вважаю за доцільне звернути увагу на такі дискусійні питання й зауваження:

1. У дисертаційній роботі не виокремлено самостійного розділу «Матеріали, об'єкти та методи досліджень», натомість методичні підходи, характеристика об'єктів і матеріалів дослідження та окремі методи їх опрацювання представлені у відповідних розділах роботи. На нашу думку, доцільним було б структурувати ці відомості в окремому розділі, що сприяло б систематизації методичного забезпечення дослідження, чіткому розмежуванню матеріалів, методів та результатів. Такий підхід також дозволив би на початку ознайомитися з експериментальною частиною, отримати цілісне уявлення про саме дослідження, об'єкти, обсяги та методи досліджень. Водночас зазначене зауваження має рекомендаційний характер і не знижує загальної наукової цінності дисертаційної роботи.

2. Окремі кількісні закономірності, наведені в підрозділах 2.1 та 3.1–3.2 (радіальний розподіл радіонуклідів у стовбурі, параметризація компартментної імітаційної моделі біогенного кругообігу ^{90}Sr), ґрунтуються на матеріалі однієї-двох дослідних ділянок і 4–6 модельних дерев. З огляду на об'єктивні труднощі виконання польових робіт в умовах підвищеного радіаційного навантаження такий підхід є цілком зрозумілим; водночас було б цікаво почути міркування дисертанта щодо перспектив подальшої верифікації розробленої прогнозовної моделі на незалежному масиві спостережень, потребу в якій він слушно зазначає й сам.

3. У підрозділах 2.2 і 2.3 переконливо показано високу мінливість питомої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs між сусідніми деревами навіть у межах однорідно забруднених ділянок (геометричне стандартне відхилення 1,6–2,0). Цей результат має самостійне практичне значення, тому бажано було б почути думку здобувача про те, яким, виходячи з одержаних ним оцінок мінливості, мав би бути мінімальний обсяг вибірки (кількість дерев у комбінованій пробі) для надійного виявлення перевищень гігієнічних нормативів за заданої довірчої ймовірності.

4. Наведене в підрозділі 4.1 пояснення майже на порядок вищих, порівняно з довідниковими значеннями МАГАТЕ, величин коефіцієнта переходу ^{90}Sr «ґрунт – деревина» відмінностями в щільності ґрунту, використаній під час розрахунків, видається загалом обґрунтованим. Додаткова аргументація цього припущення на власному емпіричному матеріалі, як видається, зробила б відповідний висновок ще переконливішим.

5. Певного уточнення потребує розбіжність між україномовною анотацією статті, покладеної в основу розділу 5 (Кашпаров В. О., Голяка Д. М. та ін., 2022), і таблицею 3, де йдеться про 10 населених пунктів, які можуть бути віднесені до 3-ї зони радіоактивного забруднення за критерієм ^{137}Cs , та англomовною анотацією тієї самої статті, у якій наведено цифру 17.

Найімовірніше, ідеться про технічну неточність, яку доцільно усунути під час підготовки остаточного варіанта роботи.

6. У підрозділі 6.2 достовірне зниження радіального приросту дерев на ділянці з сублетальним рівнем опромінення зафіксовано саме для 1986 р. Оскільки цей ефект хронологічно збігається з екстремальною посухою травня 1986 р., на що звертають увагу й самі автори, доцільно було б під час захисту докладніше прокоментувати можливості розділення внеску радіаційного та метеорологічного чинників, а також вплив обсягу залучених вибірок (20 і 16 дерев) і використання узагальнених літературних коефіцієнтів для розрахунку внутрішніх доз на надійність сформульованих висновків.

7. Застосований у розділі 7 багаторазовий (до 200 повторень) випадковий поділ вибірки на навчальну й тестову частини є цілком прийнятним способом оцінювання невизначеності моделей машинного навчання. Разом із тим доповнення його результатами k-fold крос-валідації підсумкових метрик якості, а також дещо обережніше формулювання висновку про статистичну незначущість фактора «деревний вид» (з огляду на малі підвибірки за окремими породами, зокрема $n = 1$ для ялини й акації) посилили б аргументацію цієї частини роботи.

8. Підрозділ 7.2 подано у вигляді вибірково відтворених науково-методичних матеріалів (2022 р.), а наведені в ньому показники якості моделей для ^{90}Sr і ^{137}Cs ($R^2 \approx 0,90$ і $0,82$) близькі до результатів статті підрозділу 7.1 (2025–2026 рр.), одержаних на тому самому масиві 205 дослідних майданчиків. Було б доречно, щоб під час захисту здобувач окреслив співвідношення цих двох складових роботи й пояснив, у чому полягає припущення наукового знання в пізнішій публікації.

9. Додаткового коментаря заслуговує наведене в підрозділі 7.2 (табл. 5.9) прогнозоване зменшення акумульованої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs у стовбурах деревостанів ДСП «Північна пуща» за 2020–2050 рр. (близько 23–27 %), яке помітно відрізняється від очікуваного виходячи лише з фізичного розпаду радіонуклідів. Можна припустити, що йдеться про компенсаційний вплив приросту біомаси й продовження кореневого надходження радіонуклідів, однак це положення бажано пояснити докладніше.

10. Практичну цінність роботи, на мою думку, можна було б додатково посилити, доповнивши розділ «Пропозиції виробництву» конкретнішими адресними рекомендаціями для органів лісового господарства та установ радіаційного моніторингу щодо порядку використання одержаних науково-методичних результатів.

Наведені побажання мають виключно рекомендаційний і дискусійний характер, не стосуються принципових наукових положень дисертації та жодною мірою не знижують високої позитивної оцінки виконаної роботи.

Загальна оцінка дисертації та висновок

Дисертаційна робота Голяки Дмитрія Миколайовича на тему «Просторове і темпоральне оцінювання радіоекологічних показників лісів, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської аварії» є самостійним, завершеним і комплексним науковим дослідженням, яке розв'язує важливу науково-практичну проблему прикладної радіобіології та радіоекології лісових екосистем. Теоретичні положення, висновки й пропозиції роботи характеризуються науковою новизною, є достатньо обґрунтованими й достовірними та свідчать про досягнення поставленої мети дослідження. Наукова доповідь підготовлена українською мовою з дотриманням наукового стилю викладення матеріалу; включені до її складу статті, опубліковані в міжнародних рецензованих виданнях англійською мовою, супроводжуються відповідним авторським узагальненням українською мовою.

Дисертаційна робота за структурою, змістом, рівнем і глибиною опрацювання представленого матеріалу, його опублікуванням та апробацією відповідає паспорту спеціальності 03.00.01 – Радіобіологія, вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор Голяка Дмитрій Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.01 – Радіобіологія.

Опонент
професор кафедри екології, лісівництва
та сталого природокористування
Державного університету
«Житомирська політехніка»,
доктор сільськогосподарських наук,
професор



Людмила РОМАНЧУК

Підпис Л. Романчук засвідчую
провідний фахівець відділу кадрів
Державного університету
«Житомирська політехніка»:

Вірність підпису засвідчую
Начальник загального відділу
Марія Галина Маркова