

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, старшого наукового співробітника **Яковлєва Євгена Олександровича** на дисертаційну роботу **Менделя Вадима Павловича** на тему «**Фотограмметричне та картографічне забезпечення оцінки стану ерозійних процесів (на прикладі Волинського Опілля)**», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю **05.24.01 – геодезія, фотограмметрія та картографія**

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

Територія України відрізняється високим рівнем розораності (до 65%), урбанізації (до 1300 міст та селищ міського типу), розвитком гірничо-промислових комплексів, шляхових та інженерних мереж, що значною мірою порушує водо-енергообмін ландшафтних комплексів і сприяє регіональному розвитку ерозійних процесів. Аномальна динаміка розвитку ерозійних процесів в межах усіх ландшафтних комплексів України, в т.ч. Волинського Опілля, (ураженість у 1962р.-19%, у 2005-32%) обумовлює необхідність удосконалення науково-методичних основ та технологій з підвищення вірогідності оцінки і прогнозу ерозійних процесів. Актуальності виконаного автором комплексу досліджень сприяють глобальні зміни клімату (ГЗК), в т.ч. потепління, збільшення кількості і нерівномірності опадів, висоти і частоти повеней і паводків, які додатково вплинули на активізацію ерозійних процесів. За цих умов, обґрунтування ефективних ґрунтозахисних заходів при зростаючому впливі змін землеустрою (парцеляція угідь, порушення водоохоронних зон, зарегулювання поверхневого стоку активізацією підтоплення і ін.), можливе тільки при вірогідному визначенні параметрів, які впливають на просторово-часову динаміку ерозійних процесів.

Автором дисертаційних досліджень на основі виконаного комплексу теоретичних, методичних та прикладних досліджень доведено, що використання фотограмметричних та картографічних методів у комбінації з сучасними методами обробки великих масивів даних дозволяє отримати детальні і вірогідні параметри ерозійного процесу у різних ландшафтно-ґрунтових умовах. Крім того, розроблена технологія, на наш погляд відрізняється достатньою сумісністю з традиційними методами та високою економічною ефективністю на питомий обсяг цільової інформації.

**В цілому можна вважати, що наукове-практичне завдання, поставлене в дисертаційній роботі щодо розробки та впровадження**

**науково-технічних рішень стосовно підвищення вірогідності та комплексності оцінки параметрів ерозійних процесів на основі використання фотограмметричних та картографічних методів є виконаним.**

**Актуальність дисертаційної роботи** підтверджується також тим, що вона виконувалася відповідно до Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» та згідно з планами наукових досліджень Східно-Європейського національного університету імені Лесі Українки Міністерства освіти і науки України (кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру).

**Результати виконаних автором досліджень** знайшли застосування в науково-дослідних роботах: «Розробка теорії і практики цифрової фотограмметрії- мікрофотограмметрія, растрова електронна мікроскопія, тривимірна реконструкція мікрооб'єктів», НДР кафедри 2011-2013р.р. за темою «Дослідження сучасного стану та розробка засобами ГІС-технологій і РЕМ-мікроскопії засад раціонального землекористування ерозійно-деградованих земель Волинської височини». Слід також відмітити, що тематика дисертаційної роботи Менделя Вадима Павловича відповідає еколого-ресурсним положенням Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням, схваленою Кабінетом Міністрів України від 22.04.222014р. №1024.

**Метою дисертаційної роботи** є розробка нових підходів з визначення параметрів рівнянь змиву родючого шару ґрунтів та вдосконалення методів дослідження відповідних параметрів ґрунтового покриву, а також обґрунтування картографічних параметризації і узагальнення для оцінки просторово-часової динаміки ерозійних процесів.

**Основні завдання** наукових та прикладних досліджень включали:

- визначення сучасних тенденцій і ґрунтово-ресурсних проблем землекористування на Волинській височині;
- розробка оперативного фотограмметричного методу визначення параметрів R-функцій для коректного моделювання ерозійних процесів;
- адаптування растрово-електронно-мікроскопічного (РЕМ) методу дослідження мікроструктурних елементів ґрунту та визначення їх зв'язків з параметрами порового простору та протиерозійної стійкості;
- удосконалення відомих моделей ерозійного процесу з урахуванням параметрів рельєфу та гранулометричного складу ґрунтів;
- розробити методику комплексної картографічної оцінки ерозійної ураженості земель Волинського Опілля.

**Об'єктом дослідження** є деградовані землі Волинського Опілля внаслідок водної ерозії.

**Предметом дослідження** є фотограмметричний, картографічний та РЕМ методи при дослідженні, параметризації та моделюванні процесу водної ерозії умовах Волинського лісостепу.

**Методи досліджень** включали різнопланові способи фіксування, обробки, аналізу та відтворення систематичних досліджень, ґрунтознавства, прикладної математики та цифрової фотограмметрії.

**Наукова новизна отриманих результатів** авторських дисертаційних досліджень включає:

- розроблення методики визначення ентропії поверхонь сколів ґрунту за даними растрової електронної мікроскопії (РЕМ- мікроскопії) для кількісної характеристики протиерозійної стійкості ґрунту в різноманітних натурних умовах;

- удосконалення методики дискретної оцінки площинної ерозії в польових умовах із застосуванням методу коротко базисної фотограмметрії (КБФ);

- удосконалення методики створення карт пластики рельєфу як інструменту узагальненої просторово-часової оцінки ґрунтово-ресурсного потенціалу земель та виділення небезпечних зон з урахуванням динаміки ерозійних зон.

**Практично значимі результати** проведених досліджень включають:

- встановлення нових залежностей між протиерозійною стійкістю ґрунту, розміром його мікрочасток та параметрами порового простору;

- оптимізація структури сівозмін шляхом випереджаючого визначення ерозійно небезпечних ділянок;

- визначення структури та параметрів планування протиерозійних споруд;

- визначення питомого впливу чинників розвитку ерозії ґрунтів для оптимізації складу ґрунтозахисних заходів.

#### **Особистий внесок та публікації здобувача.**

Основні положення та результати дисертаційних досліджень, отримані автором опубліковані в 10 працях та 1 одноосібній. Зокрема автором виконано цільовий аналіз наукових праць з математичного моделювання водної ерозії, удосконалена схема відбору вихідних для побудови цифрової моделі мікрорельєфу з оптимізацією її розрахункових параметрів

, виконано калібрування опорних точок мікрорельєфу та великий комплекс польових стереознімальних робіт.

#### **Апробація результатів дисертації.**

Основні положення та експериментальні результати доповідались та обговорювались на 7 науково-практичних конференціях міжнародного та національного рівня з повним висвітленням основних отриманих результатів.

#### **Структура та обсяг дисертації**

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та

додатків. Загальний обсяг дисертації становить 195 сторінок, у тому числі 130 сторінок основного тексту. Бібліографія включає 183 найменування поданих вкінці кожного розділу.

#### **Характеристика основного змісту роботи.**

У вступі виконано комплексний аналіз регіонального розвитку процесів ерозії ґрунту та його негативного впливу на потенціал родючості на регіональному та територіальному рівнях. З врахуванням отриманих результатів:

- 1) обґрунтовано вибір земель Волинського Опілля як типового ландшафтно-геоморфологічного комплексу з різноманітною структурою розвитку ерозійних процесів;
- 2) визначено склад та актуальність сформульованих задач, мету досліджень, обґрунтовано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

Крім того, проаналізовано сучасний досвід вітчизняних та закордонних вчених у вирішенні пріоритетних завдань.

У першому розділі “Аналіз методологічних принципів ерозієзнавчих досліджень та регіональних аспектів сучасного стану еродованих земель Волинського Опілля” здійснено аналіз методологічних принципів ерозієзнавчих досліджень та регіональних аспектів сучасного стану еродованості земель Волинського Опілля з урахуванням його ландшафтних, гідрометеорологічних особливостей та фізико-механічних і водно-фізичних параметрів ґрунтоавого шару. До позитивно цього розділу можна віднести детальний цільовий розгляд причини виникнення площинного змиву для конкретних регіональних умов. Виконаний аналіз 13 сучасних методів ерозієзнавчих досліджень та опрацювання літературні джерела з 32 математичними моделями водної ерозії є підґрунтям для визначення достатньої новизни розробленого автором комплексу досліджень.

На наш погляд, у цьому розділі заслуговують на увагу авторське визначення за статистичними, фондовими та дослідними матеріалами критичних тенденції сучасного стану ґрунтового покриття в межах Волинського Опілля.

Слід відмітити як позитивний параметр дисертаційної роботи опрацювання в програмному середовищі Surfer 7 та Arc Gis 9.3.1 28 топографічних карт із загальною кількістю набраних точок 493 321, що формує великий статистичний масив даних і забезпечує високу вірогідність вихідних даних.

Крім того, на наш погляд це дозволяє значно підвищити інформативність даних щодо зв'язку розрахункових характеристик ерозійного процесу і виносу гумусу як індикатора стійкості родючості.

*До часткового недоліку цього розділу слід віднести схематичність аналізу більш високої нерівномірності показників ерозійного виносу гумусу у порівнянні з виносом ґрунту у південних районах Волині (відповідно, 7.5 і 4 рази).*

**Другий розділ „Фотограмметричні підходи при дослідженні водної ерозії та теоретико-емпірична оцінка площинного змиву ґрунту” є методико-геоінформаційним розвитком науково-прикладних положень першого розділу, на базі яких запропонована концепція фотограмметричного визначення параметрів субмоделей водної ерозії на основі R-функцій. При цьому зроблений критичний аналіз значної кількості відомих в ерозієзнавстві моделей ерозії.**

Із врахуванням результатів детальних досліджень доц. Процика М.Т. (2012 р.) та виконного аналізу змін стану ерозійної ураженості ґрунтів автором доведено, на наш погляд, принципово нове положення, що у випадку зняття мораторію на продаж земель сільськогосподарського призначення буде спостерігатись тенденція парцїлляції сільсько-господарських угідь на основі формування малих (до 500 га), середніх (від 500 до 1000 га) та великих (понад 1000 га) фермерських господарств. Одночасно буде спостерігатись порушення водо-енергообміну та геохімічних параметрів у ґрунтовому шарі, що в умовах зростаючого впливу глобальних змін клімату призведе до активізації ерозійних процесів.

Обґрунтований автором висновок про необхідність удосконалення технології застосування космоснімків з позицій розділяючої здатності та економічної ефективності виділення нових ґрунтових елементів є цілком обґрунтованим. Отримані автором результати аналітичних досліджень роздільної здатності вихідних матеріалів різних технологій оцінки ерозійної вразливості та ураженості ґрунтів засвідчили необхідність вдосконалення існуючих методів оперативного-ефективного отримання інформації про родючий шар.

Приймаючи вищенаведене до уваги, за авторськими розробками вперше обґрунтовано використання короткобазисної стереозйомки (короткобазисна фотограмметрія-КБФ), що в умовах обмеженої можливості побудови стокових майданчиків практично дозволяє оцінювати параметри ерозійного процесу у моніторинговому режимі великої кількості елементарних ділянок розміром 1×1 м.

У зв'язку з вищенаведеним автором розроблено алгоритм фотограмметричної обробки неметричних знімків коротко базисної фотограмметрії, який базується на проєктивних перетвореннях і здійснюється в 2 етапи: обчислення 11 параметрів виділених розрахункових елементів та балансове визначення об'єму змиву ґрунтового шару.

Значною науковою новизною, на наш погляд, відрізняються результати розрахунків значень параметрів трьох субмоделей площинної ерозії ґрунтів, які адаптовані до досліджуваних умов Волинської височини, зокрема ерозійного індексу дощу, рельєфу та еродованості ґрунтів та розроблена програма „EROSION”.

*До загальних недоліків цього розділу стосовно аналізу структури ландшафтів дослідної території слід віднести:*

*- відсутність регіональних оцінок розвитку в межах дослідної території мікроблюдець та блюдець та змін стокових,*

*гранулометричних та фільтраційних характеристик в їх ландшафтних границях (дослідження проф.І.І.Молодих);*

*- схематичність оцінок впливу на змив ґрунту ландшафтно-геоморфологічних границь території досліджень (лісових масивів, яружно-балкових утворень). Щодо визначення базових характеристик*

Третій розділ дисертаційного дослідження „Лабораторні дослідження основних морфолого-морфометричних показників типових ґрунтів Волинського Опілля та ґрунтознавчо-гранулометрична модель водної ерозії” можна вважати базовим щодо оцінки параметрів формування ерозійного процесу ґрунтів. У розділі розглянуті можливості використання стереолого-планіметричних характеристик ґрунтів досліджених растрово-електронно-мікроскопічним методом для простеження на новому рівні взаємозв’язку протиерозійних властивостей з морфологічними показниками ерозійно-небезпечних ґрунтів.

Заслуговує на увагу апробація методу 3D-реконструкції мікроструктури ґрунту за допомогою стереовимірювань РЕМ-зображень. При цьому розроблено оригінальний метод стереометричної оцінки просторової організації мікроструктури ґрунту та її балансових характеристик щодо впливу ерозійного процесу.

Подальшому розвитку і підвищенню вірогідності балансових просторово-часових оцінок ерозійного процесу сприяє розроблений автором метод використання даних РЕМ для визначення ентропійних властивостей ґрунтів. Розрахунок ентропійної характеристики мікроструктури ґрунту на основі аналізу профільного розподілу позначок мікрорельєфу, як відображення його нерівноважного стану за умов змін водо-енергопереносу, надає можливість більш комплексних оцінок загрози та динаміки ерозійного процесу на локальному та територіальних рівнях.

Наведені у дисертаційному дослідженні приклади практичної реалізації даного підходу свідчать, що близької до граничної величина ентропії властива зразкам з низькою і сильно змінюваною міцністю структурних зв’язків, що дозволяє з високою вірогідністю оцінити вплив техногенезу на еволюцію ерозійної стійкості ґрунтів. Крім того, запропонований метод дозволяє на основі стереометричного аналізу профільної характеристики РЕМ-зображення зразка ґрунту в автоматичному режимі визначати ступінь неоднорідності (невпорядкованості) цифрової моделі мікрорельєфу (ЦММР).

Тому можна дійти висновку, що обґрунтоване автором врахування в ерозієзнавстві досліджень ентропійних властивостей ґрунтів дозволяє більш повно оцінювати протиерозійну стійкість ландшафтів.

Про достатню практичну ефективність вищезазначеного методу свідчить виконання на замовлення Волинської обласної державної адміністрації в рамках програми держбюджетної теми „Дослідження сучасного стану та розробка засобами ГІС-технологій і РЕМ-мікроскопії засад раціонального землекористування ерозійно-деградованих земель

Волинської височини” (реєстраційний номер 0111 U 002146) були проведені відповідні дослідження стереолого-планіметричних характеристик.

*Уявляється, що значна інформаційна насиченість розділу сприяла формуванню окремих недоліків у висвітлення ряду принципів результатів досліджень:*

*- відсутня оцінка впливу розміру пор на проникність ґрунтів та їх буферну здатність до впливу чинників ерозії (нерівномірність опадів, суфозійний перенос пилюватих фракцій, швидкість процесів вивітрювання та ін.);*

*- відсутність визначення питомої поверхні при виконанні стереологічного аналізу РЕМ-зображень зразків ґрунтів різного літолого-ґрунтового складу знижує вірогідність оцінок ерозійної вразливості ґрунтів внаслідок неповного врахування парово-плівкового (капілярного) процесу переносу вологі;*

*- наведений аналіз розподілу макропор за формою не дозволяє зробити висновок про просторовий вплив переважаючих форми-втягнутих зрізаних та витягнутих слабо зрізаних – на фільтраційну здатність та ерозійну стійкість ґрунтів.*

Четвертий розділ „Картографічне забезпечення моніторингу регіональних ерозієзнавчих досліджень” пов’язаний з просторовим узагальненням отриманих результатів та їх аналітичної обробки у вигляді серії тематичних карт дослідження ерозійних процесів на регіональному рівні, які інтегровані в сучасні програмні продукти геоінформаційних систем (MapInfo Professional 5.0, Surfer 7, ArcGIS 9.3.1).

Виконаний при цьому авторський аналіз змін структури горизонталей як інтегральних просторово-часових характеристик процесу формування поверхні ґрунтового покриву характеризується високо професійним використанням традиційних і сучасних (геоінформаційних, дистанційних та ін.) методів використання властивостей самої горизонталі. Насамперед, мова йде про точки перегину горизонталей (точки нульової, від’ємної та додатньої кривин), що є межею опуклих і увігнутих форм рельєфу та змін режиму вологопереносу і параметрів ерозійної стійкості ґрунтового покриву.

Виконані за участю автора побудови морфоізографів на території комплексного регіонального геостационару Заборольської сільської ради Луцького району Волинської області за допомогою вбудованого у програмний продукт Surfer модуля моделювання поверхонь Terrain Modeling дозволили отримати, на нашу думку, принципово нову інформацію щодо просторово-часової динаміки ерозійного процесу.

Експериментальні дослідження підтвердили наступне: ареали поширення різних форм рельєфу, обмежені морфоізографами, корелюють із зонами поширення певних ґрунтових типів. Ці ж ареали співпадають з зонами поширення яружно-балкових систем, що підтверджує доцільність і необхідність використання морфоізограф як основного індикатора

локалізації палеорельєфу при проведенні досліджень площинного змиву ґрунтів.

В процесі розробки картографічного супроводу ерозійних процесів в межах регіону (Волинського Опілля) з використанням авторської модифікації способів тематичного картографічного зображення

( картограма і картодіаграма) з використанням фондових статистичних матеріалів були побудовані тематичні карти фактичних модулів і обсягів змиву ґрунту, що дозволило отримати інтегральні показники ефективності сучасного землекористування на дослідній території.

Запропоновані анаморфовані тематичні карти, на наш погляд, можна вважати сигнальною геопросторовою ілюстрацією зображуваного процесу змиву ґрунтів та його зв'язку з комплексом екзогенних геологічних процесів (підтоплення, зсувоутворення, карст та ін).

*До часткових недоліків цього розділу можна віднести:*

- *схематичність характеристики підходів до кондиційності (питомій щільності) картографічних узагальнень натурних і лабораторних даних на топооснові різного масштабу;*
- *відсутність відомостей про врахування змін об'ємної ваги ґрунтів в межах дослідної площі ускладнює аналіз картограм і картодіаграм відносно просторових змін ерозійної вразливості ґрунтового покриву.*

**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.

**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 розробленні і удосконаленні традиційних методів оцінки і прогнозу ерозійних процесів геоморфологічного комплексу Волинського Опілля, яка поєднує в собі основні методичні підходи щодо оцінки впливу природних і техногенних чинників розвитку водної ерозії ґрунтів.

**Вперше:**

- теоретично обґрунтовано методичний підхід щодо удосконалення складу критеріїв комплексної оцінки факторів виникнення і розвитку ерозії ґрунтів та



впливу окремих природних і техногенних чинників на нього, розроблено та запропоновано спосіб його модельного та картографічного відображення;

- отримано кількісну оцінку балансу між змивом ґрунтів, ентропійними параметрами мікроформ та ерозійною вразливістю ландшафтів.

#### **Набув подальшого розвитку:**

- метод растрової електронної мікроскопії (РЕМ), коротко-базисної фотограмметрії (КБФ), цифрових моделей мікрорельєфу (ЦММР) та ін., що суттєво підвищило вірогідність оцінок параметрів і прогнозів ерозійного процесу ґрунтів.

#### **- Удосконалено:**

- методику обробки польових і лабораторних даних, в т. ч. шляхом їх картографічних узагальнень;

- схему районування території досліджень за удосконаленими оцінками параметрів ерозійного процесу.

**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 фактори виникнення і розвитку ерозії ґрунтів під впливом природних і техногенних чинників.

#### **Практична значимість результатів роботи.**

Практична цінність результатів наукових досліджень полягає в наступному:

- розроблено метод комплексного визначення та використання параметрів мікроформ рельєфу для оцінки водно-ерозійної уразливості ґрунтів та обґрунтування протиерозійних захисних заходів;

- удосконалено структуру та склад карт щодо картографічного узагальнення та балансово-прогнозних оцінок ерозійного процесу ґрунтів.

#### **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 10 наукових праць, серед них 1 стаття в науковому періодичному виданні іншої держави, яке включено до міжнародних науково метричних баз даних, 1 стаття в науковому періодичному виданні України, яке включено до міжнародних науково метричних баз даних, 5 статей у наукових фахових виданнях України, 3- у збірниках наукових конференцій.

**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 05.24.01 –геодезія, фотограмметрія та картографія.

**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.**

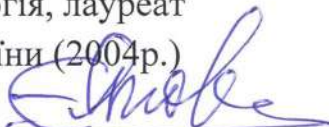
#### **Висновок.**

Дисертаційна робота **Менделя Вадима Павловича** на тему «**Фотограмметричне та картографічне забезпечення оцінки стану ерозійних процесів (на прикладі Волинського Опілля)**» є завершеною науковою роботою, яка вирішує важливе науково-практичне завдання підвищення ефективності використання ресурсу родючості ґрунтів шляхом удосконалення методів дослідження та аналітико-картографічного відображення ерозійних процесів, що дозволить знизити рівень ресурсно-екологічного ризику за умов підвищення безпеки землекористування.

Вважаю, що представлена дисертаційна робота за своєю актуальністю, достовірністю результатів досліджень, новизною і практичному значенню відповідає вимогам до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор **Мендель Вадим Павлович** заслуговує присудження

наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 — геодезія, фотограмметрія та картографія.

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.

21.05.2018р.

