

## ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію **Яблонського Петра Миколайовича**

на тему «ІНТЕГРОВАНЕ КОМПЛЕКСНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ»,

яку подано до спеціалізованої вченої ради Д 26.056.06

у Київському національному університеті будівництва і архітектури

на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

за спеціальністю 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка

### **1. Актуальність теми дослідження.**

У нинішнє тяжке сьогодення для України, що пов'язане з військовими діями на її території, питання покращення економіки доволі важливе. Це повною мірою стосується і сільського господарства, як однієї з провідних галузей народного господарства нашої країни. Тому вдосконалення відповідних технічних засобів з метою підвищення їх ефективності, зокрема ґрунтообробних знарядь, досить актуальне. Засоби прикладної геометрії забезпечують проведення продуктивних наукових досліджень для створення нових теорій з метою покращення конкурентоздатності різних промислових виробів. На засадах методології прикладної геометрії, запропонованої професором В.О. Плоским, у даному дисертаційному дослідженні напрацьовано спеціальну теорію інтегрованого комплексного геометричного моделювання технічних об'єктів, яку проілюстровано на прикладі сільськогосподарських ґрунтообробних знарядь.

Це обумовлено також необхідністю подальшого розвитку теоретичних і практичних здобутків наукової школи «Геометричне моделювання об'єктів, процесів та явищ» (керівник – професор В.В. Ванін) КПІ ім. Ігоря Сікорського. Для цього виконано інтеграцію таких напрямків, як структурно-параметричне формоутворення технічних об'єктів, проєктування сільськогосподарських знарядь, досліджень у галузі багатовимірної геометрії. Потреба у нових ефективних засобах комп'ютерного моделювання різноманітної промислової продукції, вимагає інноваційних науково-прикладних рішень, у тому числі стосовно автоматизованого формоутворення.

Дисертацію виконано в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки згідно з науково-дослідною темою 0114U002701 «Автоматизоване варіантне геометричне моделювання технічних об'єктів».

Отже, тема даного дисертаційного дослідження є актуальною, спрямована на вирішення насущних теоретичних і практичних питань, що у сукупності становлять важливу науково-прикладну проблему. Це завдання автор виконав на належному високому фаховому рівні шляхом розширення теоретичного ядра прикладної геометрії, напрацюванням необхідної методології та інструментарію автоматизованого геометричного моделювання складних технічних об'єктів і процесів на прикладі сільськогосподарських ґрунтообробних знарядь.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність.**

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечено використанням математичного апарату у вигляді методів аналітичної, диференціальної, обчислювальної, нарисної геометрії; апроксимації та інтерполяції; математичного аналізу; теорії множин і графів; комп'ютерної графіки; теорії алгоритмів; програмування; проєктування, виготовлення та експлуатації ґрунтообробних знарядь; структурно-параметричної оптимізації. На їх основі створено геометричні моделі, які забезпечили проведення відповідних комп'ютерних експериментів, що підтвердили коректність запропонованої методології інтегрованого комплексного геометричного моделювання. Достовірність отриманих результатів підтверджено виконаними практичними впровадженнями. Зазначені відомості належним чином опубліковано у фахових виданнях та обговорено на науково-практичних конференціях.

## **3. Наукова новизна результатів дослідження.**

### ***Уперше:***

– *розроблено* спеціальну теорію, методологію та інструментарій інтегрованого комплексного геометричного моделювання для якісно нового дослідження багатопараметричних складних технічних об'єктів і процесів на прикладі ґрунтообробних знарядь;

– *розроблено* нові способи комп'ютерного інтегрованого комплексного геометричного моделювання (спосіб інтегрованих класифікацій для автоматизованого формоутворення груп технічних об'єктів; спосіб узагальненого контуру; спосіб зменшення області проєктних розв'язків);

– *розроблено* на основі напрацьованих способів нові інтегровані комплексні геометричні моделі полицевих, дискових і чизельних сільськогосподарських знарядь;

– *розроблено* узагальнену геометричну модель робочих поверхонь широкої номенклатури полицевих і чизельних знарядь з метою здійснення комплексної оптимізації;

– визначено залежності змінювання кутів розпушення, обертання та зсуву ґрунту полицевих робочих поверхонь, що особливо важливо для забезпечення високих агротехнічних показників сільськогосподарських знарядь;

– обґрунтовано можливість використання методології інтегрованого комплексного геометричного моделювання в інших, крім сільського господарства, сферах життєдіяльності.

**Удосконалено:**

– базові положення структурно-параметричного формоутворення методологією інтегрованого комплексного геометричного моделювання.

**Отримали подальший розвиток:**

– теоретичне ядро прикладної геометрії в частині розроблення спеціальної теорії інтегрованого комплексного геометричного моделювання для якісно нового дослідження багатопараметричних складних технічних об'єктів і процесів;

– теорія автоматизованого проєктування технічних об'єктів у вигляді запропонованих інтегрованих комплексних геометричних моделей на прикладі ґрунтообробних знарядь.

**4. Оцінка змісту дисертації.**

Дисертація складається з анотацій, вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та трьох додатків.

**Вступ** містить загальну характеристику роботи, актуальність теми, мету та завдання дослідження, наукову новизну отриманих результатів, відомості про апробацію та впровадження у практику.

У **першому розділі** на засадах проведеного детального аналізу наявних літературних джерел було зроблено наступний висновок. У нинішніх умовах автоматизоване проєктування промислової продукції здійснюється в середовищі CAD/CAM/CAE/PLM систем. Наведена аббревіатура підкреслює інтегрований характер, на сучасному етапі, таких складових, як комп'ютерне конструювання, комп'ютерне виробництво, інженерні розрахунки та автоматизоване управління виробництвом. У багатьох випадках об'єктивною основою зазначених процесів слугує геометрична інформація про опрацьовувані вироби. Тому створення нових ефективних засобів автоматизованого формоутворення є доволі важливим актуальним питанням, яке становить, на прикладі ґрунтообробних знарядь, предмет наукових досліджень даної дисертаційної роботи.

**Другий розділ** присвячено запропонованій теорії, методології та інструментарію інтегрованого комплексного геометричного моделювання складних технічних об'єктів і процесів на прикладі ґрунтообробних знарядь. Було узагальнено такі напрацювання наукової школи геометричного моделювання КП

ім. Ігоря Сікорського, як структурно-параметричне моделювання, сільськогосподарське машинобудування та багатовимірна геометрія. Розроблено нові взаємопов'язані та взаємодоповнюючі способи геометричного моделювання, зокрема це спосіб інтегрованих класифікацій для комп'ютерного формоутворення груп технічних об'єктів; спосіб узагальненого контуру та спосіб зменшення області проєктних розв'язків. Ці засоби реалізують ефективне автоматизоване геометричне моделювання певної номенклатури промислової продукції, є доволі універсальними, дозволяють визначати раціональні значення параметрів і характеристик опрацьовуваних виробів.

Особливий інтерес становить запропоноване автором дисертації узагальнення кривих Безьє шляхом їх степеневі параметризації. Подано необхідні математичні викладки, що обґрунтовують нові корисні властивості зазначених кривих, наведено відповідні ілюстративні матеріали.

У **третьому розділі** розроблено узагальнену геометричну модель для підвищення ефективності комп'ютерного формоутворення поверхонь ґрунтообробних знарядь. На засадах комплексного підходу охоплено доволі широку номенклатуру полицевих та чизельних сільськогосподарських засобів. Це досягнуто шляхом використання поверхонь Кунса, обмежуючий топологічний чотирикутник яких представлено у вигляді комбінованого складеного контуру, що сформований на комбінаторних засадах структурно-параметричної методології. Таким чином, за допомогою однієї геометричної моделі реалізується можливість відтворення циліндроїдальних, коноїдальних, гелікоїдальних та інших поверхонь. При цьому здійснено аналітичне визначення таких важливих для ефективності агротехнічних процесів геометричних параметрів, як кути розпушення, обертання та зсуву ґрунту. Виконано оптимізацію конструкційних вузлів стрілчастих лап із застосуванням структурно-параметричних геометричних моделей. Матеріали цього розділу висвітлюють практичну реалізацію теоретичних положень, викладених у попередній частині дисертації.

У **четвертому розділі** розглядаються питання геометричного моделювання ґрунтообробних дисків. Ці знаряддя є перспективними з точки зору екологічних вимог та підвищення енергоефективності агротехнічних процесів. Запропоновано методіку раціонального вибору типу ротаційних знарядь, напрацьовано узагальнену класифікацію ґрунтообробних дисків, виконано комп'ютерне формоутворення цих робочих органів, відтворено технологічні операції їх виготовлення. Розглянуто можливість використання отриманих комп'ютерних моделей для проведення розрахунків на міцність методом скінченних елементів.

Матеріали даного розділу доповнюють, з системних позицій, відомості попередніх частин дисертації стосовно ще не акцентованих аспектів запропонованої методології інтегрованого комплексного геометричного моделювання технічних об'єктів. Це стосується не тільки розширення опрацьовуваної номенклатури виробів, а й застосованих до них методів, способів прийомів тощо.

**П'ятий розділ** присвячено формуванню, на базі створених моделей ґрунтообробних знарядь, належних сільськогосподарських агрегатів, а також процесам їх експлуатації. Проаналізовано задачі варіантного компонування плугів, дискаторів і культиваторів із застосуванням складових комп'ютерних твердотільних геометричних моделей. Для дискових ґрунтообробних знарядь розроблено нову аналітичну модель профілю борозни, яка відтворює отримувані агротехнічні характеристики в залежності від використаних конструкційних параметрів ґрунтообробних знарядь. Це сприяє комплексній оптимізації досліджуваних агротехнічних процесів.

Матеріали даного розділу дисертації є логічним завершенням основної частини виконаного дослідження з точки зору поєднання стадій життєвого циклу технічної продукції, у даному випадку ґрунтообробних знарядь, тобто їх проєктування, виготовлення та експлуатації. Це свідчить про цілісний характер здійснених автором наукових розвідок.

**Шостий розділ** є завершальним, в якому підводяться підсумки виконаної наукової праці. До теоретичних здобутків можна віднести розроблену методологію інтегрованого комплексного геометричного моделювання, що забезпечила основу для створення нових способів, прийомів, алгоритмів та методик побудови моделей різноманітних технічних об'єктів, процесів їх виготовлення та експлуатації. Важливою є узагальнена аналітична модель поверхонь полицевих і чизельних ґрунтообробних знарядь, яка орієнтована на ефективне використання сучасних комп'ютерних засобів. Інструментарій для формування області проєктних розв'язків, що проілюстрований на прикладі дослідження впливу конструкційних параметрів сільськогосподарських дисків на експлуатаційні показники обробітку ґрунту, може забезпечити підвищення ефективності процесів опрацювання також іншої технічної продукції. Виконане уточнення розрахунків траєкторій руху сільськогосподарських знарядь сприяє покращенню обробітку ґрунту та економії паливно-мастильних матеріалів. Дисертаційна робота містить також ряд інших цікавих перспективних теоретичних напрацювань. Практичну цінність підтверджують виконані впровадження в сільськогосподарське виробництво та освітній процес.

Окреслено перспективи подальшого розвитку запропонованої методології інтегрованого комплексного геометричного моделювання технічних об'єктів. Це стосується: уточнення елементів поданої загальної класифікації ґрунтообробних знарядь; дослідження нових властивостей запропонованих кривих Безьє зі степеневою параметризацією; інтегрованого комплексного геометричного моделювання ґрунтообробних знарядь спеціального обробітку; оптимального компонування машинно-тракторних агрегатів; комп'ютерного динамічного моделювання технологій обробітку ґрунту; дослідження суміжних сільськогосподарських процесів тощо.

У **загальних висновках** подано отримані здобувачем наукові та практичні здобутки, які відображають основні результати проведеного наукового дослідження. Висновки є достатньо обґрунтованими, підтверджують вагомий внесок автора в розвиток теорії і практики прикладної геометрії.

**Додатки** містять приклади практичної реалізації запропонованого інтегрованого комплексного геометричного моделювання технічних об'єктів, а саме, розроблені здобувачем моделі та комп'ютерні програми, документи про впровадження результатів дисертаційного дослідження.

## **5. Практична значимість роботи.**

Цінність виконаного наукового дослідження полягає в забезпеченні актуальних потреб практики у нових вискоєфективних засобах комп'ютерного геометричного моделювання технічних об'єктів із метою підвищення їх якості під час проектування, виготовлення та експлуатації. Отримані здобутки подано на прикладі методології інтегрованого комплексного автоматизованого формоутворення ґрунтообробних знарядь. Отримані результати впроваджено у сільськогосподарське виробництво, освітній процес та інші сфери життєдіяльності, що підтверджує їх практичну значимість.

## **6. Повнота викладу основних наукових результатів в опублікованих працях.**

За темою дисертаційного дослідження опубліковано 64 роботи, зокрема: 2 – монографії; 4 – у виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus/ WoS; 24 – у наукових фахових виданнях України; 2 – у наукових періодичних виданнях інших держав; 5 – патентів на корисну модель; 25 – у матеріалах конференцій; 2 – додаткові публікації. Дані публікації у повному обсязі висвітлюють основні наукові результати дисертаційного дослідження та підтверджують необхідну їх апробацію.

## **7. Відповідність дисертації спеціальності, за якою вона подана до захисту.**

Дисертація за своїм змістом відповідає спеціальності 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка, за якою спеціалізованій ученій раді Д 26.056.06 у Київському національному технічному університеті будівництва і архітектури надано право проводити захист дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

## **8. Мова та стиль дисертації.**

Дисертація написана державною мовою, в науковому стилі, аргументовано та логічно. Матеріали дисертації проілюстровано належним чином, що забезпечує їх легке сприйняття. Розділи дисертації взаємопов'язані та цілком розкривають поставлену мету та отримані результати.

## **9. Відповідність академічній доброчесності.**

Наявні в дисертаційній роботі ідеї, результати і тексти інших авторів мають потрібні посилання на літературні джерела. Проведений аналіз тексту дисертації дозволяє зробити висновок про відсутність порушень з боку автора дисертації вимог академічної доброчесності. Дисертаційна робота не містить фальсифікації, фабрикації, компіляції, плагіату та запозичень та є результатом особистих наукових досліджень автора.

## **10. Ідентичність змісту реферату та основних положень дисертації.**

Реферат у повній мірі відображає основні положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження, є ідентичним із основними результатами дисертації.

## **11. Дискусійні положення та зауваження до дисертації.**

Визнаючи наукову цінність та практичне значення отриманих здобувачем результатів, варто акцентувати увагу на деяких дискусійних питаннях та навести деякі зауваження та побажання:

1. У другому розділі дисертації викладено теоретичні засади інтегрованого комплексного геометричного моделювання ґрунтообробних знарядь. Це стосується теоретичних положень, розроблених способів формоутворення та геометричних моделей. Показано як спрямованість цих засобів на автоматизоване проектування сільськогосподарської техніки, так й іншої продукції машинобудування. В останньому випадку розглянуто приклади стосовно відповідного опрацювання кріпильних виробів, ріжучого інструмента тощо. Треба було б навести більш загальне застосування розробленого математичного апарата, зокрема шляхом подальшого розвитку щодо проектування складніших об'єктів, які описуються значно більшим числом геометричних параметрів.

2. У розділі 3 подано запропоновану автором узагальнену модель формоутворення для полицевих знарядь. Розглянуто різні конкретні варіанти її реалізації у вигляді циліндроїдальних, коноїдальних та гелікоїдальних поверхонь плугів. Надалі зазначені теоретичні поверхні, з метою визначення конструкції вказаних знарядь, обмежувались необхідними контурами, аналітичні вирази яких у роботі не наведено.

3. Метою інтегрованого комплексного підходу є проведення відповідної оптимізації, в даному випадку ґрунтообробних знарядь. У дисертації проаналізовано відповідний приклад з використанням експертних оцінок, який дозволяє визначити раціональні конструкційні, виробничі й експлуатаційні параметри та характеристики відвалів плугів. Виконане дослідження значною мірою спирається на структурно-параметричний підхід. Доцільно було б навести приклад оптимізації у вигляді відповідної графової моделі.

4. У дисертації запропоновано загальну методику інтегрованого комплексного геометричного моделювання, яку викладено у вигляді рекомендованого порядку дій. Бажано було б представити зазначений матеріал у вигляді графічно оформленого алгоритму.

5. У додатках дисертації проаналізовано важливий приклад, який ілюструє підвищену гнучкість формоутворення запропонованої кривої Безьє зі степеневою параметризацією, порівняно з кривою Безьє з лінійною параметризацією. Дане питання доречно було б розглянути в основній частині дисертації, що пов'язано з теоретичним значенням цього прикладу.

6. Реферат відображує основні положення викладені у дисертаційній роботі. Матеріал викладено логічно та грамотною науковою мовою. До недоліків оформлення можна віднести дрібний шрифт на деяких рисунках.

Подані зауваження не знижують загального високого рівня дисертаційної роботи Яблонського Петра Миколайовича.

**12. Висновок:** аналіз дисертації, реферату та опублікованих праць дозволяє сформулювати загальний висновок про те, що дисертаційна робота Яблонського Петра Миколайовича на тему «Інтегроване комплексне геометричне моделювання ґрунтообробних знарядь» є завершеною науковою працею, що має наукову новизну, теоретичне та практичне значення, які в сукупності розв'язують актуальну науково-прикладну проблему розширення теоретичних засад прикладної геометрії шляхом розроблення спеціальної теорії інтегрованого комплексного геометричного моделювання для дослідження багатопараметричних складних технічних об'єктів і процесів на прикладі ґрунтообробних знарядь.



За актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною, змістом та оформленням, дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пп. 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 № 1197 та паспорту спеціальності 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка, а її автор Яблонський Петро Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – Прикладна геометрія, інженерна графіка.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри математики і фізики

Мелітопольського державного педагогічного

університету імені Богдана Хмельницького



*В. Верещага*  
Віктор ВЕРЕЩАГА

Підпис д.т.н., професора Верещаги В.М. засвідчую:

Вчений секретар

Мелітопольського державного педагогічного

університету імені Богдана Хмельницького

*Марина Білецька*

Марина БІЛЕЦЬКА