

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. ректора Національного
аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»,
доктор юридичних наук, професор

Олексій ЛИТВИНОВ

2026 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення дисертаційної роботи кандидата технічних наук, доцента, завідувачки кафедри технології виробництва літальних апаратів МАЙОРОВОЇ Катерини Володимирівни, на тему: «Наукові основи виробництва авіаційних конструкцій із застосуванням технологій реверс-інжинірингу за умови обмеженого часу», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів

Призначені рішенням Вченої ради Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (протокол №4 від 19.11.2025 р.), а саме:

- БЕТІН Олександр Володимирович, професор кафедри конструкцій і проектування ракетної техніки, доктор технічних наук, професор;
- ЄПІФАНОВ Сергій Валерійович, завідувач кафедри конструкції авіаційних двигунів, доктор технічних наук, професор;
- ФІЛПКОВСЬКИЙ Сергій Володимирович, професор кафедри проектування літаків та вертольотів, доктор технічних наук, професор,

розглянувши докторську дисертацію МАЙОРОВОЇ Катерини Володимирівни «Наукові основи виробництва авіаційних конструкцій із застосування технологій реверс-інжинірингу за умови обмеженого часу» (тема дисертації затверджена рішенням засідання Вченої ради Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» від 19.11.2025 р. протокол № 4), що виконана в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» з передбачуваним її захистом у спеціалізованій Вченій раді Д64.062.04, підготували висновок про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертації:

1. Дисертація є кваліфікаційною науковою працею, що виконана здобувачем самостійно та відповідає п.7,9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

2. Дисертація містить наукові положення та науково обґрунтовані результати в галузі технічних наук, які мають практичну та теоретичну цінність.

До нових наукових обґрунтованих положень експертами віднесено такі:

– **уперше розроблено** науково обґрунтований підхід до вибору ефективного методу реверс-інжинірингу складних за формою деталей, вузлів і агрегатів авіаційних конструкцій, який ґрунтується на запропонованій класифікації ознак зазначених деталей, вузлів і агрегатів. Такий підхід дозволяє враховувати трудомісткість робіт зі створення першоджерела інформації та показники точності;

– на основі зазначеного підходу до вибору ефективного методу реверс-інжинірингу й вибору раціональної технології швидкого виготовлення та/або ремонту деталей залежно від обсягу партії та вимог до точності **удосконалено** метод формоутворення деталей і складальних одиниць авіаційних конструкцій, який, на відміну від відомих методів, комплексно враховує технології штампування, адитивного виробництва, високошвидкісного оброблення на верстатах із числовим програмним керуванням штампованої заготовки або фрезерування плити, а також забезпечує підвищення точності віртуального базування цифрових портретів дослідних деталей авіаційних конструкцій;

– **уперше** запропоновано та науково обґрунтовано спосіб реконструкції опукло-вгнутої геометрії великогабаритних деталей авіаційних конструкцій зі встановленням параметрів допустимих відхилень, який полягає в послідовному скануванні спряжених поверхонь із маркуванням за характерними геометричними ознаками з наступним обробленням отриманих портретів;

– на основі зазначеного способу **вдосконалено** метод прототипування великогабаритних деталей авіаційних конструкцій, який, на відміну від існуючих, дозволяє виготовлення таких деталей за еталонним портретом, отриманим сталим реверс-інжинірингом, з попереднім випробуванням і контролем еталонним портретів на пропорційно зменшених дослідних зразках;

– **набула подальшого розвитку** технологія реверс-інжинірингу завдяки впровадженню безплатового ув'язування форм і розмірів на основі запропонованої моделі з використанням сучасних лазерних засобів, що підвищує точність складання та зменшує похибки контурів складальних одиниць авіаційних конструкцій. Така модель ув'язування однорідних складальних одиниць авіаційних конструкцій забезпечує скорочення термінів технологічної підготовки виробництва, підвищення точності прототипування та продовження життєвого циклу виробу;

– **розвинено** технологію виготовлення великогабаритних панелей авіаційних конструкцій, що потребує багатоетапного процесу формування. Для цього запропоновано використовувати автоматизоване формування таких панелей із поетапним контролем і коригуванням параметрів технологічного процесу за результатами порівняння еталонної геометрії панелі з її портретом у режимі реального часу.

Дисертаційна робота виконана в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» на кафедрі технології виробництва літальних апаратів у 2021-2025 роках за планами науково-дослідних робіт університету. В основу підготовки й подання дисертації покладено матеріали досліджень, виконаних авторкою в межах реалізації держбюджетних тем Міністерства освіти і науки України, в яких авторка брала участь як відповідальний виконавець: «Конвергенційна технологія суперфінішного оброблення деталей з наноповерхнями для підвищення ресурсу агрегатів та виробів аерокосмічної і військової галузей» (№ ДР 0122U000847); «Створення унікального центру високих технологій для стратегічних галузей промисловості України» (Програма «Горизонт 2020») (№ ДР 0124U004666); «Каталогізація цифрових макетів і двійників БПЛА країни-агресора для онтологічного інжинірингу авіаційних комплексів і систем розвідки» (№ ДР 0125U001922); як керівник: «Технологічні системи виробництва та відновлювального ремонту об'єктів і складових частин військової техніки, наданої іноземними партнерами або трофейної, для вирішення проблем імпортозаміщення та зміцнення обороноздатності України» (№ ДР 0123U102001), а також у межах господарчого договору №104/16-2021 від 13.09.2021 «Вдосконалення методу створення складових частин та технологічного оснащення для легких гелікоптерів з використанням технології реінжинірингу» (№ ДР 0121U114431).

Практична цінність дисертації полягає в тому, що отримані теоретичні результати на основі розробленого та науково обґрунтованого класифікатора щодо особливостей використання методів реверс-інжинірингу для різних груп деталей і складальних одиниць авіаційних конструкцій, методу вибору раціональної технології швидкого виробництва та/або ремонту деталей авіаційних конструкцій, а також методу прототипування опукло-вгнутих деталей методом сталого реверс-інжинірингу за умов забезпечення заданої геометричної точності їх виготовлення, зменшення трудомісткості та термінів виробництва, використано на АТ «АНТОНОВ» при впровадженні реверс-інжинірингу та вирішенні прямих і зворотних завдань формоутворення для складнопрофільних і опукло-вгнутих деталей авіаційних конструкцій, у тому числі великогабаритних. Застосування результатів дослідження представлено в численних публікаціях авторки та в Актах впровадження. Акти ТОВ «ХМЗ «ФЕД», АТ «АНТОНОВ», Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» і Університету Йилдирим Баязид в Анкарі (Ankara Yıldırım Beyazıt University) про впровадження результатів наукових досліджень надано в Додатку до дисертації.

3. Дисертація виконана за спеціальністю 05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів, яка відноситься до технічної галузі науки за Переліком наукових спеціальностей, затверджених наказом МОН № 1057 від 14.09.2011.

4. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів, зокрема напрямам досліджень: «Теоретичні основи технологічної підготовки авіаційно-космічного виробництва й оптимізація технологічних процесів в умовах використання інформаційних технологій», «Розроблення, створення та впровадження систем технологічних процесів і оснащення для виробництва деталей складної форми із високоміцних і спеціальних матеріалів та для складання агрегатів літальних апаратів», «Застосування сучасних авіаційно-космічних наукоємних технологій в інших галузях промисловості»; «Методи та засоби контролю технічного стану авіаційної та ракетно-космічної техніки».

5. Наведені в дисертації висновки обґрунтовані та базуються на одержаних і наведених результатах. Їх достовірність підтверджена натурними випробуваннями та експериментами. Основними з них експерти вважають:

- дослідження підтвердили доцільність застосування методів реверс-інжинірингу для скорочення тривалості технологічної підготовки виробництва авіаційних конструкцій шляхом формалізованого вирішення прямого та зворотного завдань формоутворення. Запропонований теоретико-імовірнісний підхід до оцінювання трудомісткості робіт зі створення аналітичного еталону дає змогу кількісно обґрунтувати ефективність технології реверс-інжинірингу. Доведено, що впровадження методів реверс-інжинірингу забезпечує суттєве зниження трудомісткості порівняно з традиційними шаблонними методами, зокрема в 3,7 рази при вирішенні зворотного завдання та в 1,5 рази – при вирішенні прямого завдання;

- виконано комплексний аналіз процесів перенесення та отримання розмірів деталей роз'ємів і стиків авіаційних конструкцій під час їх прототипування за технологічними розмірними ланцюгами. На основі розрахунків відхилень контуру деталі-прототипу від деталі-оригіналу доведено, що процес виготовлення прототипів методом 3D-друку за характером формоутворення та точністю є близьким до процесів точного лиття металів. Для збільшення точності прототипування деталей роз'ємів і стиків авіаційних конструкцій обґрунтовано та запропоновано застосування системи калібрів і контркалибрів за даними аналітичного еталона. Доведено, що при використанні калібрів і контркалибрів похибка ув'язування стиків деталі та деталі-прототипу зменшується в 3,78 рази порівняно з використанням тільки сканування реверс-інжинірингом. Крім того, розроблено та запропоновано верстатне пристосування для високоточного оброблення стикових поверхонь з отворами деталі-прототипу, що забезпечує підвищення відтворюваності та стабільності геометричних параметрів;

- удосконалено технологію автоматизованого формування великогабаритних панелей із керуванням формою за допомогою 3D-сканування, де вирішується зворотне завдання формоутворення як операції контролю. На відміну від раніше використовуваних підходів запропоновано здійснювати поетапний контроль формування таких заготовок шляхом

порівняння даних отриманого портрета заготовки (за зовнішнім контуром) з аналітичним еталоном панелі та коригування наступних навантажень формування панелі через програмний модуль у режимі реального часу. Надано рекомендації щодо впровадження і реалізації завдань формоутворення з використанням технології реверс-інжинірингу в наявне налагоджене виробництво авіаційних конструкцій.

6. Дисертація викладена логічно, легко читається, з чітко поставленими цілями і засобами їх досягнення.

7. У дисертації особисто дисертантом розв'язано науково-практичну проблему, яка полягає в необхідності прискореного виробництва в умовах жорстких обмежень із забезпеченням необхідного рівня точності та технологічності шляхом створення науково обґрунтованих методів і моделей реверс-інжинірингу авіаційних конструкцій.

8. Експертами не виявлено порушень принципів академічної доброчесності.

9. Основні положення кандидатської дисертації не є складовими положень докторської дисертації автора.

10. Кількість та якість наукових праць, опублікованих за матеріалами дисертації, відповідають постанові Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів», що затверджує «Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук». Основні положення й наукові результати дисертації викладено у 9 статтях, у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 7 статтях у наукових періодичних виданнях включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних *Web of Science Core Collection* та/або *Scopus*, з них 2 статті Q1/Q2, 5 статей Q3; 1 монографія, а також представлено в 17 матеріалах конференцій, з них 8 матеріалів проіндексовано в базі даних *Scopus*, 5 доповідей в Іспанії, Франції, Нідерландах й Швейцарії, та отримано 1 патент України на корисну модель. Особистий вклад у кожну з публікацій у дисертації наведено.

11. Дисертація пройшла широку апробацію на численних семінарах і конференціях в Україні (17 конференцій) і за її межами (5 конференцій).

З урахуванням актуальності теми дослідження, наукової новизни, теоретичного та практичного значення одержаних результатів, впровадження їх у практику, обґрунтованості висновків на основі одержаних достовірних результатів, особистого внеску здобувачки в розв'язання важливої науково-технічної проблеми, достатньої повноти викладення матеріалів дисертації, що

характеризується єдністю змісту, відповідності принципам академічної доброчесності, а також беручи до уваги наукову зрілість і професійні **якості МАЙОРОВОЇ Катерини Володимирівни**, рекомендувати дисертацію: **«Наукові основи виробництва авіаційних конструкцій із застосуванням технологій реверс-інжинірингу за умови обмеженого часу»** для подання до розгляду в спеціалізовану Вчену раду Д64.062.04 на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.07.02 – проектування, виробництво та випробування літальних апаратів.

Результати дисертації обговорювались на засіданні кафедри технології виробництва літальних апаратів, де були присутні 26 осіб.

Результати голосування учасників засідання кафедри:

«За»	–	<u>26</u>	осіб.
«Проти»	–	<u>–</u>	осіб.
«Утримались»	–	<u>–</u>	осіб

Головуючий на засіданні кафедри
технології виробництва
літальних апаратів,
доктор технічних наук, професор



Юрій ВОРОБІЙОВ

Секретар кафедри технології
виробництва літальних апаратів



Олена БЕСЕДИНА

Рецензенти:

Професор кафедри конструкцій
і проектування ракетної техніки,
доктор технічних наук, професор



Олександр БЕТІН

Завідувач кафедри конструкції
авіаційних двигунів,
доктор технічних наук, професор



Сергій ЄПІФАНОВ

Професор кафедри проектування
літаків та вертольотів,
доктор технічних наук, професор



Сергій ФІЛПКОВСЬКИЙ