

О. З. ДВЕЙРІН<sup>1</sup>, В. І. РЯБКОВ<sup>2</sup>, Л. В. КАПІТАНОВА<sup>2</sup>, Д. С. КІРНОСОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державне підприємство «Антонов», Київ, Україна

<sup>2</sup> Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

## МЕТОДОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ МОДИФІКАЦІЙНИХ ЗМІН У ВАЖКОМУ ТРАНСПОРТНОМУ ЛІТАКУ

*Предметом* вивчення в статті є процес формування параметрів модифікаційних змін важкого транспортного літака. *Метою* є розробка предметної області модифікаційних змін за допомогою проєктувальних моделей. *Завдання:* розробити моделі визначення параметрів модифікаційних змін базового літака на підставі предметної області проєкту модифікації, а саме: модель декомпозиції модифікаційних змін базового літака з виділенням рівнів параметрів, що дозволило застосувати достовірніші методи оцінки для різних груп параметрів; модель відображення структури базового літака у предметній галузі проєкту модифікації, що використовує поняття подібності та еквівалентності, це дозволяє виділити необхідні модифікаційні зміни базового літака; темпоральна модель супроводу змін ефективності з урахуванням часового інтервалу створення модифікацій; модель оцінки доцільності модифікаційних змін параметрів нижнього рівня з урахуванням додаткових трудовитрат на їхню реалізацію. Все це дозволяє підвищити достовірність техніко-економічного обґрунтування модифікації. Використовуваними *методами* є: аналітичний метод визначення предметної області за допомогою системи нових критеріїв, які дозволяють оцінити інтегральну характеристику модифікації літака на користь різних учасників на різних етапах створення модифікації: для розробників проєкту – прийнято критерії питомих витрат, як відношення всіх видів витрат до всієї корисної роботи, виконаної модифікацією на етапі її експлуатації; для етапу льотних випробувань та виробничих напрацювань у модифікаціях – критерій доцільності модифікаційних змін з урахуванням трудовитрат на їх реалізацію; для експлуатуючих авіакомпаній – технологія формування параметрів авіарейсів, які забезпечують «нішу» конкурентоспроможності модифікацій та тимчасові тарифи на користь споживача. Отримані наукові *результати:* дозволяють формувати предметні галузі перспективних модифікацій важкого транспортного літака, які здатні обґрунтовано конкурувати на світових ринках літаків та авіаперевезень. *Висновки.* Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному: запропонована модель визначення предметної області модифікаційних змін базового літака. Це дає змогу ще на етапі проєктування літака закласти параметри модифікаційних змін літака, та цим забезпечити його конкурентоспроможність на ринках літаків та авіаційних перевезень.

**Ключові слова:** важкий транспортний літак; модифікації літака; базовий літак; політ; модель оцінки ефективності літака.

### Вступ

Важкі транспортні літаки типу С-5, Ан-124, В-747-400 широко відомі та експлуатуються провідними авіакомпаніями світу. Їхня відмінна риса – максимальна досяжна вантажопідйомність і дальність її перевезення, дуже висока вартість на ринках літаків та авіаперевезень. Основний шлях їх розвитку - створення їх модифікацій з урахуванням мінливих вимог часу і замовників. Запропоновано реалізацію потрібних змін виконувати на підставі формування предметної області модифікаційних змін.

Внаслідок вкрай високої дорожнечі створення нових літаків цієї вагової категорії реалізується вкрай рідко і тому основний шлях їх розвитку і вдосконалення проходить через створення їх модифікацій, коли параметри і властивості, що виправдали себе,

залишаються незмінними, а потрібні новому часу змінюються на всіх етапах їх життєвого циклу: при проєктуванні, у процесі виробництва та на етапі експлуатації.

Це складний та маловивчений процес: які принципи покласти в основу модифікаційних змін, на основі яких методів та моделей реалізовувати необхідні зміни на основних етапах життєвого циклу, якими критеріями керуватися при прийнятті необхідних змін, наскільки взаємопов'язані зміни на кожному з конкретних етапів життєвого циклу, та як оцінити сумарну ефективність здійснених змін.

Застосовувані вище проблемні питання щодо справи відображають предметну область наукових досліджень, які необхідно обґрунтувати і реалізувати як наукову базу створення майбутніх модифікацій літаків вагової категорії.

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Важкі транспортні літаки типу С-5А та Ан-124 на самому початку свого створення [1] мали і продовжують мати свою специфіку та проблеми щодо формування основних параметрів: необхідної вантажопідйомності, достатньої дальності, габаритів вантажної кабіни тощо.

Приватне вирішення цих проблем освячено у роботі [2] на рубежі століть, проте наукових засад розвитку літаків такого типу досі не сформовано. Запропоновано спосіб управління основними техніко-економічними показниками модифікацій літаків транспортної категорії з допомогою запровадження розрахункові залежності керованих (УП), тобто модифікованих параметрів, що дозволило оцінити витрати на їх зміни та раціональність таких часткових змін [3].

З представлених вище досліджень чітко позначалася загальна проблема: шляхом часткових приватних змін проблему розвитку важких транспортних літаків неможливо, тобто, для наукового її дозволу потрібно залучати науково-орієнтовані системи з теорій управління проектами [4], управління знаннями [5] та конкретними проектами промислових виробів [6].

У подальших дослідженнях з управління інноваційними проектами [7] намітилося напрям ув'язування технічних параметрів промислових виробів з необхідністю інвестування на їх розробку та економічну перспективу. Проте якихось конкретних моделей реалізації такого підходу запропоновано не було. В останніх доступних зарубіжних публікаціях сформульовано необхідність обліку економічних показників [8] при зміні умов експлуатації комерційних літаків, а також перспективних змін у літаках транспортної категорії [9].

У цих роботах також досліджено приватні зміни, що впливають на показники експлуатації.

У роботах [10, 11] автори надали дослідження зі зміни маси літака при створенні його модифікацій як узагальненого показника ефективності створюваної нової моделі, також і з дослідженням впливу силової установки. Проте взаємовплив цього узагальненого параметра такі найважливіші параметри як продуктивність, паливна ефективність, тягоозброєність тощо, у цьому дослідженні не здійснено.

## Мета досліджень

Проведений аналіз показує, що для модифікацій важких транспортних літаків з їх особливою специфікою потрібно створення комплексної наукової бази

(тобто предметної області), яка може комплексно відобразити принципи, методи, моделі, критерії прийняття рішень, щодо забезпечення перспективності проектування і виробництва модифікації літаків цього типу.

## Принципи та поняття розробки предметної області модифікацій транспортного літака

З огляду на специфіку модифікаційних змін у базовому літаку структура предметної області модифікації може бути сформована на основі єдиних показників [4, 5].

Такими найбільш узагальненими показниками є повні витрати за життєвий цикл і продуктивність, зарплати підвищення якої такі модифікації створюються.

Забезпечення таких показників у новій модифікації вимагає зміни великої кількості інших параметрів, які пов'язані взаємовпливом одного на один. Таким чином, проблема управління ефективністю модифікації зводиться до одного з різновидів завдань, що розв'язуються в теоріях знання – орієнтованих систем, таких як поняття інтегральної ефективності та удосконалення критеріїв підтримання прийняття рішень на основі фундаментальних принципів: декомпозиції, спадкоємності, інформативності, доцільності та інтегральної ефективності.

**Принцип декомпозиції** полягає в тому, що система розглядається як складена, до якої входять окремі взаємопов'язані підсистеми (рис. 1).

**Принцип спадкоємності** полягає у використанні позитивних якостей базового проекту у вигляді незмінних параметрів (НП) прецеденту (рис. 2).

**Принцип інформативності** полягає у відборі найбільш важливих інформативних ознак та подання їх у вигляді інформаційних моделей (рис. 3).

**Принцип доцільності** полягає у вимозі зіставляти прийняття рішень з поставленими цілями або в тому, що рішення щодо модифікаційних змін приймається з урахуванням економічного ефекту.

**Принцип інтегральної ефективності** полягає в урахуванні багатоваріантності і багатокритеріальності модифікаційних змін (рис. 4).

Поняття подібності базового літака та модифікації з урахуванням модифікаційних змін параметрів нижнього рівня (ПВР), що модифікуються в умовах виробництва та експлуатації. Ці принципи та категорії відображають особливості об'єкту дослідження та спосіб вирішення основного завдання – формування предметної області модифікації важкого літака (рис. 5).

Модифікаційні зміни [12, 13] впливають на ефективність модифікацій літака. Головним напрямком розвитку транспортних літаків є постійне зростання рейсової продуктивності. Тому пропонується для

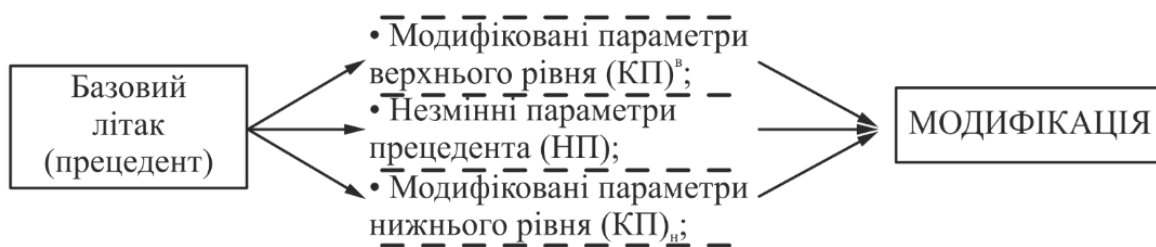


Рис. 1. Принцип декомпозиції

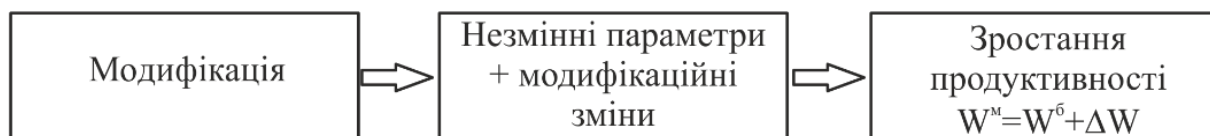


Рис. 2. Принцип спадкоємності

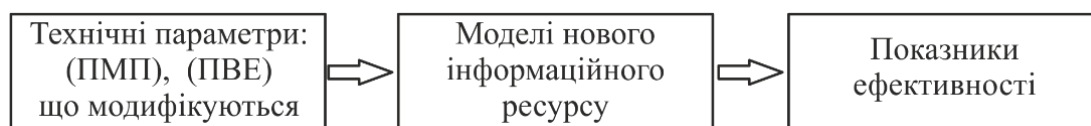


Рис. 3. Принцип інформативності

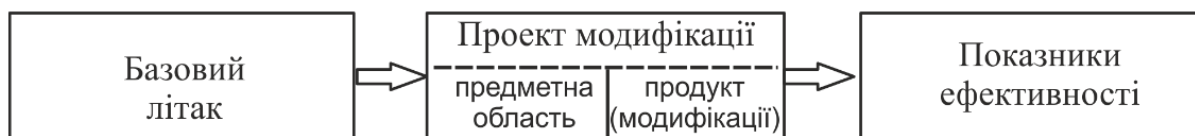


Рис. 4. Принцип інтегральної ефективності

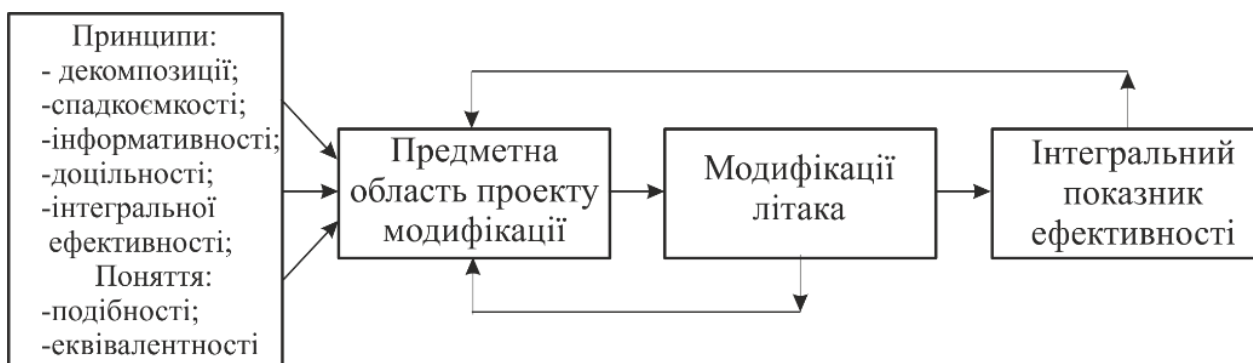


Рис. 5. Відображення предметної області в структурі формування ефективності модифікації

оцінки результативності модифікацій використовувати показник повної роботи, що виконується модифікацією на етапі її експлуатації. З урахуванням такого підходу інтегральна ефективність модифікації будемо оцінювати співвідношенням:

$$\frac{\text{інтегральний показник ефективності}}{\text{ефективності}} = \frac{\text{витрати життєвий цикл модифікації}}{\text{корисна робота на етапі модифікації}}. \quad (1)$$

Такий показник гармонізує вартісні показники та корисну роботу модифікації, як транспортного засобу. На основі цього показника й приймається рішення про доцільність модифікаційних змін.

### Структура принципів, методів, моделей та критеріїв формування предметної області

Як показано на рис. 1, предметна область справляється вирішальний вплив на позначки їх ефективності та на модифікацію, як літак. У зв'язку з цим розроблено структурну схему методології формування предметної області модифікаційних змін у важкому літаку (рис. 6).

Особливість такої методології полягає в тому, що предметна область, побудована на фундаментальних принципах, передбачає розробку методів, моделей і системи критеріїв, які забезпечують інтегральний підхід до формування показників ефективності модифікації на етапах її проектування, виробництва та експлуатації.

### Особливості запропонованого підходу управління ефективності модифікацій важких літаків

Категорії ефективності [9] формуються на основі критеріїв якості проекту модифікації: цільове призначення досконалість технічного виконання; економічна ефективність.

Ефективність проекту призначається для його співвиконавців, тобто, для задоволення його учасників. Загальне задоволення учасників ґрунтується на процесі досягнення результуючої ефективності модифікації. Також, слід зазначити, що у кожній зацікавленій стороні проекту сформована система показників, які проявляються на етапах циклу. Набір цінностей, проблем і рішень кожної сторони впливає на хід реалізації модифікації. Розбіжності за показниками можуть призвести до різних проблем у проекті, або ж до зупинки створення модифікації [9, 10].

Проекти модифікації літаків транспортної категорії мають особливості при визначенні зацікавлених сторін. Тобто, при визначеності системи показників слід враховувати інтереси держави, проектувальників, організацій експлуатації, та споживачів транспортних послуг. При цьому слід використовувати інформацію про потреби модифікацій на ринку авіап перевезень, конкурентоспроможність модифікацій, ефективність літаків у процесі їх експлуатації.

Для оцінювання таких показників до предметної області проектів модифікацій запропоновано ввести:

а) моделі реалізації модифікаційних змін на етапі проектування (ПМП), а в умовах виробництва та експлуатації (ПВЕ);

б) систему критеріїв прийняття рішень в інтересах учасників проекту, тобто:

– критерій питомих витрат за життєвий цикл для ініціаторів проектів модифікації;

– еквіваленти доцільності модифікаційних до робок з урахуванням вартості додаткових працевитрат на їх реалізацію в умовах виробництва;

– технологію формування параметрів авіарейсів, що забезпечують «нішу» конкурентоспроможності кожної конкретної модифікації на етапі її експлуатації.

### Висновки

Розроблено методологію формування предметної області модифікаційних змін літаків транспортної категорії.

Новизна наведеної методології полягає в наступному.

Вона інтегрує в собі всі етапи життєвого циклу та всі показники ефективності модифікації.

1. До структури предметної області модифікаційних змін запропоновано ввести:

– модель декомпозиції модифікаційних змін базового літака на параметри нижнього (ПВЕ) і верхнього рівнів (ПМП), що дозволило застосувати більш достовірні методи оцінювання ефективності різних груп параметрів;

– поняття інтегральної ефективності модифікації у вигляді комплексної характеристики. Запропоновано концептуальну модель формування інтегрального показника ефективності;

– модель відображення структури базового літака в предметній області модифікації, яка використовує поняття подібності та еквівалентності, що дозволяє виділити необхідні модифікаційні зміни базового літака;

– метод формування бази прецедентів для прийняття рішень щодо вибору модифікаційних змін;

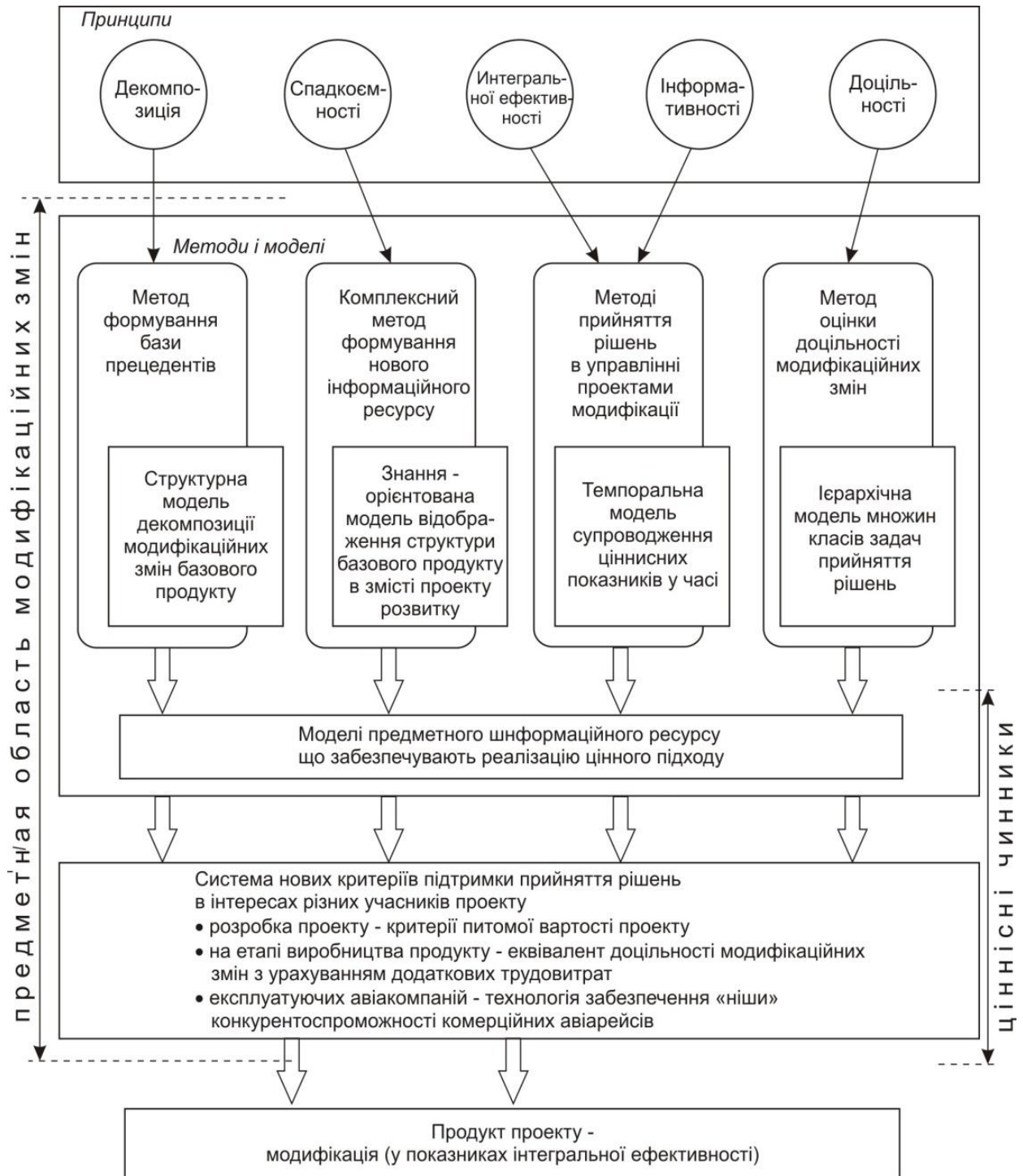


Рис. 6. Структурна схема методології формування предметної області модифікацій літаків транспортної категорії

– ієрархічну модель множини класів завдання прийняття рішень, яка визначає послідовність відображення множин елементів для прямої і зворотної задач, що дозволяє відобразити множину модифікаційних змін в інтегральному показнику ефективності модифікації;

– моделі реалізації підвищення продуктивності модифікацій з урахуванням нормативних обмежень;

– темпоральну модель супроводження змін ефективності з урахуванням часового інтервалу створення модифікації;

– модель вартісної оцінки життєвого циклу з урахуванням зміни параметрів верхнього рівня типу (ПМП);

– моделі оцінювання доцільності модифікаційних змін параметрів нижнього рівня типу (ПВЕ) з урахуванням додаткових працевитрат на їх реалізацію, що дозволяє підвищити достовірність техніко-економічного обґрунтування модифікації.

2. У структурі предметної області запропоновано ввести систему нових критеріїв підтримання прийняття рішень, які дозволяють оцінити інтегральні показники модифікації, на користь різних учасників проекту:

– для розробників проекту – критерій питомих витрат, як відношення всіх видів витрат до всієї корисної роботи, виконаної модифікацією на етапі її експлуатації;

– для етапу льотних випробувань і виробничих доробок у модифікаціях - критерій доцільності модифікаційних змін з урахуванням працевитрат на їхню реалізацію;

– для експлуатуючих авіакомпаній – технологія формування параметрів авіарейсів, що забезпечують «нішу» конкурентоспроможності модифікацій і часові тарифи на користь споживача.

3. Така наукова база дозволяє формувати предметні області модифікаційних змін перспективних модифікацій важкого літака, які обґрунтовано забезпечують їх конкурентоспроможність на ринках літаків і авіаперевезень.

В розробленій предметній області модифікаційних змін у важких транспортних літаках означені ті напрямки наукових дослідженнях, які потребують подальшого розвитку, а саме: критерій ефективності модифікаційних змін в літаках транспортної категорії.

**Внесок авторів:** формування проблеми – **О. З. Двейрін, В. І. Рябков**; огляд та аналіз інформаційних джерел – **Д. С. Кірносів, Л. В. Капітанова**; аналітичні розрахунки – **Д. С. Кірносів**, розробка моделей визначення параметрів модифікаційних змін літака – **Л. В. Капітанова**; розробка предметної області модифікаційних змін – **В. І. Рябков, О. З. Двейрін**; аналіз результатів апробації – **В. І. Рябков**.

Усі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

## Література

1. Бичков, С. А. Про перспективи розвитку фірми АНТОНОВ у сучасних умовах [Текст] / С. А. Бичков // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2022. – № 1. – С. 4-11. DOI: 10.32620/aktt.2022.1.01.

2. Казаков, В. П. Базові задачі процесів трансформації українського авіабудування [Текст] / В. П. Казаков, Г. О. Кривов // *Технологические системы*. – 2002. – Вып. 4(15). – С. 5-10.

3. Бабенко, Ю. В. Метод керування основними техніко-економічними параметрами літака на етапі розробки його модифікацій [Текст] / Ю. В. Бабенко // *Вісті академії інженерних наук України*. – 2006. – Вып. 3(30). – С. 121-125.

4. Гогунский, В. Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов [Текст] / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Тесленко // *Управление развитием сложных систем*. – 2011. – Вып. 8. – С. 13-15.

5. Куценко, М. Н. Создание ценности проектов на основе системы управления знаниями [Текст] / М. Н. Куценко // *Управление развитием сложных систем : сб. науч. пр.* – К. : КНУБА, 2012. – Вып. 9. – С. 36-39.

6. Чернов, С. К. Автоматизированная информационная система управления проектами НПКГ «Зоря – Машпроект» [Текст] / С. К. Чернов // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2006. – № 5. – С. 76-78.

7. Ярошенко, Ф. А. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний P2M [Текст] : монография / Ф. А. Ярошенко, С. Д. Бушуев, Х. Танака. – К. : «Саммит-Книга», 2012. – 272 с.

8. 2022 Index of Economic Freedom – Country Rankings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.heritage.org/index/ranking>. – 5.01.2023.

9. The Global Enabling Trade Report 2016 [Електронний ресурс] / World Economic Forum. – Режим доступу: <https://www.weforum.org/reports/the-global-enabling-trade-report-2016/> – 5.01.2023.

10. Двейрін, А. З. Опыт и особенности формирования массовых характеристик модификаций тяжелого транспортного самолета [Текст] / А. З. Двейрін // *Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології : зб. наук. пр.* – 2021. – Вып. 93. – С. 4-14. DOI: 10.32620/oikit.2021.93.01.

11. Tsukanov, R. Designing of non circular air intakes for subsonic gas-turbine engines [Text] / R. Tsukanov // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2022. – № 6. – С. 4-14. DOI: 10.32620/aktt.2022.6.01.

12. Issue of Airplane Modification Mass Variations Based on Their Structural Modelling [Text] / V. Riabkov, R. Tsukanov, O. Dveirin, L. Kapitanova, M. Kyrylenko // *International scientific-practical conference : Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS 2021), Chernihiv, Ukraine, 28 June – 01 July 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. – Vol. 344. – Cham (Switzerland), 2021. – P. 437–450. DOI: 10.1007/978-3-030-89902-8\_32.

13. Kapitanova, L. Analysis of the specific fuel efficiency for preliminary design stage of transport category aircraft variant [Text] / L. Kapitanova, D. Tiniakov, L. Makarova // 8th International Conference on Mechanical Engineering and Automation Science (ICMEAS), Wuhan, China; 14-16 Oct. 2022. – Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022. – P. 252–256. DOI: 10.1109/ICMEAS57305.2022.00054.

### References

1. Bychkov, S. A. Pro perspektyvy rozvytku firmy ANTONOV u suchasnykh umovakh [About ANTONOV company development prospects in modern conditions]. *Aviacijno-kosmicna tehnika i tehnologia – Aerospace technic and technology*, 2022, no. 1, pp. 4-11. DOI: 10.32620/akt.2022.1.01.

2. Kazakov, V. P., Kryvov, H. O. Bazovi zadachi protsesiv transformatsiyi ukrayins'koho aviabuduvannya [Basic tasks of transformation processes of the Ukrainian aircraft industry]. *Tekhnolohycheskye systemy – Technological systems*, 2002, no. 4(15), pp. 5-10.

3. Babenko, Yu. V. Metod keruvannya osnovnymy tekhniko-ekonomichnymy parametramy litaka na etapi rozrobky yoho modyfikatsiy [The method of controlling the main technical and economic parameters of the aircraft at the stage of development of its modifications] *Visti akademiyi inzhenernykh nauk Ukrayiny – News of the Academy of Engineering Sciences of Ukraine*, 2006, no. 3(30), pp. 121-125.

4. Hohunskyy, V. D., Rudenko, S. V., Teslenko, P. A. Obosnovanye zakona o konkurentnykh svoystvakh proektov [Justification of the law on competitive properties of projects]. *Upravlinnya rozvytkom skladnykh system – Management of the development of complex systems*, 2011, no. 8, pp. 13-15.

5. Kutsenko, M. N. Sozdaniye tsennosti proyektov na osnove sistemy upravleniya znaniyami [Creating the value of projects based on a knowledge management system]. *Upravlinnya rozvytkom skladnykh system : zb. nauk. prats' – Management of the development of complex systems: coll. of science works*, Kyiv, KNUBA Publ., 2012, no. 9, pp. 36-39.

6. Chernov, S. K. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema upravleniya proyektami NPKG «Zorya – Mashproekt» [Automated information system for project management of the NPKG "Zorya -

Mashproekt"]. *Aviacijno-kosmicna tehnika i tehnologia – Aerospace technic and technology*, 2006, no. 5, pp. 76-78.

7. Yaroshenko, F. A., Bushuyev, S. D., Tanaka X. *Upravleniye innovatsionnimi proyektami i programmami na osnove sistemi znaniy R2M* [Management of innovative projects and programs based on the R2M knowledge system]. Kyiv, «Sammit-Kniga» Publ., 2012. 272 p.

8. 2022 Index of Economic Freedom – Country Rankings. Available at: <http://www.heritage.org/index/ranking>. (accessed 5.01.2023).

9. *The Global Enabling Trade Report 2016*. World Economic Forum. Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-global-enabling-trade-report-2016/> (accessed 5.01.2023).

10. Dveyrin, A. Z. Opyt i osobennosti formirovaniya massovykh kharakteristik modifikatsiy tyazhelogo transportnogo samoleta [Experience and features of formation of mass characteristics of heavy transport aircraft modifications]. *Vidkryti informatsiyi ta komp'yuterni intehrovani tekhnolohiyi : zb. nauk. prats' – Open information and computer integrated technologies : coll. of science works*, 2021, no. 93, pp. 4-14. DOI: 10.32620/oikit.2021.93.01.

11. Tsukanov, R. Designing of non circular air intakes for subsonic gas-turbine engines. *Aviacijno-kosmicna tehnika i tehnologia – Aerospace technic and technology*, 2022, no. 6, pp. 4-14. DOI: 10.32620/akt.2022.6.01.

12. Riabkov, V., Tsukanov, R., Dveirin, O., Kapitanova, L., Kyrylenko, M. Issue of Airplane Modification Mass Variations Based on Their Structural Modelling. *International scientific-practical conference : Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS 2021)*, Chernihiv, Ukraine, 28 June – 01 July 2021, Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 344, Cham (Switzerland), 2021, pp. 437–450. DOI: 10.1007/978-3-030-89902-8\_32.

13. Kapitanova, L., Tiniakov, D., Makarova, L. Analysis of the specific fuel efficiency for preliminary design stage of transport category aircraft variant. *8th International Conference on Mechanical Engineering and Automation Science (ICMEAS)*, Wuhan, China; 14-16 Oct. 2022, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022, pp. 252–256. DOI: 10.1109/ICMEAS57305.2022.00054.

**METHODOLOGY OF FORMATION OF THE SUBJECT AREA MODIFICATION CHANGES  
IN HEAVY TRANSPORT AIRCRAFT**

*Oleksandr Dveirin, Viktor Riabkov, Liudmyla Kapitanova,  
Danylo Kirnosov*

**The subject** of study is the process of forming the parameters of modification changes in a heavy transport aircraft. **The goal** is to develop the subject area of modification changes with the help of design models. **The task** is to develop models for determining the parameters of modification changes of the base aircraft based on the subject area of the modification project, namely: a model of the decomposition of modification changes of the base aircraft with the selection of parameter levels, which made it possible to apply more reliable assessment methods for different groups of parameters; a model of displaying the structure of the base aircraft in the subject area of the modification project, which uses the concepts of similarity and equivalence, it allows to highlight the necessary modification changes of the base aircraft; a temporal model of tracking efficiency changes, taking into account the time interval of creating modifications; a model for assessing the feasibility of modification changes in lower-level parameters, taking into account additional labor costs for their implementation. All this makes it possible to increase the reliability of the technical and economic justification of the modification. **The methods** used are following: an analytical method of defining the subject area using a system of new criteria that allow evaluating the integral characteristics of the aircraft modification for the benefit of different participants at different stages of the creation of the modification: for project developers, specific cost criteria are adopted as the ratio of all types of costs to all useful work, performed by the modification at the stage of its operation; for the stage of flight tests and production development in modifications – the criterion for the expediency of modification changes, taking into account the labor costs for their implementation; for operating airlines – the technology of formation of flight parameters, which provide a "niche" of competitiveness of modifications and temporary tariffs for the benefit of the consumer. **The obtained scientific results:** allow to form subject areas of promising modifications of heavy transport aircraft, which can reasonably compete in the world markets of aircraft and air transportation. **Conclusion.** The scientific novelty of the obtained results is as follows: the proposed model for determining the subject area of modification changes of the base aircraft. This makes it possible to set the parameters of modification changes in the aircraft at the stage of aircraft design, and thereby ensure its competitiveness in the aircraft and air transportation markets.

**Keywords:** heavy transport aircraft; aircraft modifications; basic aircraft; flight; aircraft performance evaluation model.

**Двейрін Олександр Захарович** – канд. техн. наук, заст. Ген. Директора по проектуванню ДП «Антонов», Київ, Україна.

**Рябков Віктор Іванович** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. проектування літаків та вертольотів, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна.

**Капітанова Людмила Валеріївна** – д-р техн. наук, доц., доц. каф. проектування літаків та вертольотів, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна.

**Кірносов Данило Сергійович** – аспірант каф. проектування літаків та вертольотів, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна.

**Oleksandr Dveirin** – PhD, Deputy General Director for Designing Antonov Company, Kyiv, Ukraine, e-mail: dveirin@antonov.com, ORCID: 0000-0003-3726-4838, Scopus Author ID: 57486195800.

**Viktor Riabkov** – Doctor of Techn. Sci., Professor of Department "Design of Aircraft and Helicopters", National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: 2506lulu@gmail.com, Scopus Author ID: 58020320100.

**Liudmyla Kapitanova** – Doctor of Techn. Sci., Associate Professor, Associate Professor of Department "Design of Aircraft and Helicopters", National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: l.kapitanova@khai.edu, ORCID: 0000-0003-3878-6734, Scopus Author ID 57218556745.

**Danylo Kirnosov** – PhD student of Department "Design of Aircraft and Helicopters", National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: d.s.kirnosov@khai.edu, ORCID: 0000-0002-2288-2863.