

К. В. МАЙОРОВА, канд. техн. наук, доцент

В. Ю. СЕРЕБРЯННИКОВА, генеральний директор

НОВИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО КЛАСИФІКАЦІЇ МОДИФІКАЦІЙ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТРАНСПОРТНОЇ КАТЕГОРІЇ

Резюме. У статті висвітлено сучасний підхід до створення класифікації модифікацій повітряних суден транспортної категорії. Проаналізовано загальну тенденцію успішного функціонування авіаційного бізнесу на основі експлуатації модифікованих базових літаків. Мета статті полягає в дослідженні світової практики з класифікацій модифікацій повітряних суден транспортної категорії та її адаптації в єдиному сучасному підході залежно від видозмін повітряних суден. Виявлено, що класифікація модифікацій повітряних суден базується на класичній теорії штучних класифікацій, яка має низку недоліків, серед яких є помилковість вибору ряду складників багатьох класифікаційних рівнів (підкласів, груп і підгруп). Запропоновано нову концепцію на базі прийнятих положень із повним урахуванням і реалізації всіх п'яти ознак поняття «концепція» та з визначенням поняття «модифікація повітряного судна» як зміна одного чи декількох із п'яти ознак зміни (функціонального призначення, сфери використання, льотно-технічних характеристик, рівня вдосконалення технічного рішення чи його агрегату, економічної ефективності). На засадах теорії комбінаторики визначено граничну кількість модифікацій повітряних суден для п'яти ознак: 31 модифікація та для чотирьох однорівневих ознак — 15 модифікацій. Встановлено класифікаційні рівні з видів, класів, підкласів, груп і підгруп, де вид покладено в основу вищого класифікаційного рівня, а останні чотири — зараховано до рівнозначних класифікаційних рівнів — класів. Розроблено й обґрунтовано систему кодування модифікацій усіх класів, підкласів, груп і підгруп, що складаються з літер і цифр. Наведено приклади зазначених кодувань. Автори статті дійшли висновку про те, що запропонований принцип і підхід до формування класифікатора модифікацій повітряних суден має пройти досить довгий процес практичної реалізації та подальшого вдосконалення на всіх стадіях життєвого циклу виробу, починаючи з рівня підкласів.

Ключові слова: класифікації модифікацій, повітряні судна, вид, клас, підклас, група, підгрупа, коди, синтез класифікації модифікацій.

ВСТУП

Авіаційний бізнес, як відомо, постає взаємовигідною взаємодією виробників літаків і авіакомпаній, які експлуатують цю продукцію на ринку перевезень пасажирів і вантажів [1–4].

Авіаційний бізнес функціонує в складних умовах, що безперервно змінюються під впливом об'єктивних і суб'єктивних чинників політичного, економічного, географічного, сезонного, військового та іншого характеру, що вимагають оперативного реагування його учасників — літакобудівних і компаній-експлуатантів [5–9].

Одним із найбільш ефективних способів і засобів цього реагування є створення й експлуатація модифікацій базових літаків [10–14].

Метою статті постає дослідження світової практики з класифікацій модифікацій повітряних суден (ПС) та створення нового концептуального підходу до їх створення.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Для аналізу ролі модифікацій літаків у розвитку авіаційного бізнесу, взаємозв'язку та

взаємодії створення літаків (літакобудування) та авіаперевезень необхідно уточнити термін цього поняття, яке було поширено визначено ще в монографії [10].

Модифікацією називають як процес видозміни, так і сам літак, що відрізняється від базового одним або декількома з таких ознак:

- цільовим призначенням або спеціалізацією;
- сферою застосування (середні чи дальні літаки);
- головними характеристиками;
- більш досконалим технічним виконанням;
- вищою економічною ефективністю.

Модифікації призначені для зміни функцій, принципів роботи, обмежень, характеристик та/або властивостей фізичного(-их) або функціонального(-их) елемента(-ів) ПС, двигуна та/або повітряного гвинта з метою досягнення бажаних властивостей конструкції, призначення або можливостей авіаційного виробу, що модифікується. Модифікації можуть бути різними за філософією конструювання, технологією виконання, складністю та значущістю [15–17].

Резюмуючи результати аналізу теоретичних аспектів класифікації модифікацій ПС, що викладені в [10], назвемо основні, на нашу думку, позитивні їх аспекти.

1. Запропоновано обґрунтоване та повне формулювання поняття модифікацій ПС, що є основою для розробки їх класифікації.

2. Узагальнено результати низки дослідників із проблем теорії класифікації модифікацій ПС, що є вихідними матеріалами для подальших робіт у цьому напрямі.

Підтвердженням зазначеного вище є класифікатор модифікацій ПС [18], у якому зазначається багаторівнева штучна класифікація модифікацій цивільних літаків, що охоплює види, класи, підкласи групи та відповідні їм підгрупи, яка передбачає резервування складових поділів поняття на кожному рівні цього членування.

У праці [18], відповідно до теорії класифікацій [15–17], було розроблено багаторівневу штучну класифікацію модифікацій цивільних літаків, що містить 4 види, 35 класів, 3 підкласи, 12 груп і відповідні їм підгрупи, які передбачають резервування складових розподілу поняття на кожному рівні цього членування.

Попри обґрунтованість цієї класифікації, варто назвати низку недосконалостей у видах модифікацій і наявність розбіжностей загального числа класів у цих видах, а також помилковість вибору низки складових усіх інших класифікаційних рівнів (підкласів, груп і підгруп), що загалом не дає змогу вважати цю класифікацію досить коректною й обґрунтованою.

Здійснений нами аналіз класифікацій, з урахуванням зроблених на його основі критичних зауважень, надають можливість запропонувати нову концепцію класифікації модифікацій ПС транспортної категорії, що, на нашу думку, позбавлена некоректних та/або хибних зазначених положень.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підґрунтям запропонованої концепції було обрано такі положення.

1. Концепція класифікації модифікацій ПС транспортної категорії має ґрунтуватися на повному обліку та реалізації всіх п'яти ознак, що закладені у визначенні поняття “концепція” з обов'язковим урахуванням їхнього альтернативного змісту.

2. Дотримуючись досить аргументованого та повного визначення модифікації, поданого в [10], будемо називати модифікацією ПС як зміну одного чи декількох з п'яти ознак:

- зміна функціонального призначення — конверсія ПС (ЗФП);
- зміна сфери застосування ПС (ЗСЗ);

- зміна льотно-технічних характеристик ПС (ЗЛТХ);
- зміна рівня досконалості технічного виконання ПС або його агрегату (ЗРДТВ);
- підвищення економічної ефективності ПС (ПЕЕ).

Розширюючи тип модифікацій на різні ПС за їхнім функціональним призначенням, вбачаємо виправданим виділити цю ознаку модифікацій у більш високий класифікаційний рівень, аніж інші чотири, що подаються однорівневими.

У запропонованій класифікації модифікацій ПС встановлюються певні класифікаційні рівні.

Види — класифікаційні рівні, що визначають наявність зміни функціонального призначення ПС: зі зміненою кількістю функцій (наприклад, конвертація пасажирського ПС у вантажний літак); конвертація транспортного ПС в пасажирський тощо.

Клас — класифікаційний рівень, який відображає один або декілька з чотирьох ознак модифікацій:

- зміна сфери застосування ПС (наприклад, зміна дальності польоту, трансформація ЗС у полярне (тропічне, сухопутного ПС у морське тощо);
- зміна льотно-технічних характеристик ПС (наприклад, максимальної швидкості, безпеки, надійності, ресурсу, комфорту тощо);
- зміна рівня досконалості технічного виконання (наприклад, застосування нових високоефективних конструкційних матеріалів, конструктивно-технологічних рішень);
- підвищення економічної ефективності (наприклад, погодинної продуктивності, зниження витрат палива тощо).

Підклас — класифікаційний рівень, що відображає спосіб забезпечення одного або декількох ознак модифікацій ПС (конкретна зміна пасажиромісткості, вантажопідйомності, співвідношення цих показників у вантажопасажирському ПС тощо).

Група — класифікаційний рівень, що визначає номенклатуру (комплекс) засобів, що реалізують спосіб забезпечення зміни, призначення конкретного підкласу (заміна двигуна, зміна класу злітно-посадкової смуги (ЗПС) тощо).

Підгрупа — класифікаційний рівень, що характеризує конкретний засіб, який реалізує комплект засобів забезпечення способу зміни параметрів зазначеної групи (потужності двигуна, що замінують, тип покриття ЗПС тощо).

Відповідно до цих п'яти ознак теоретично загальна кількість модифікацій ПС не може перевищувати C_n^m — числа сполучень п'яти змін ПС ($n = 5$) за їх можливої кількості $m = 1, 2, 3, 4, 5$ [19]:

$$\sum_{n=5}^5 C_n^m = C_5^1 + C_5^2 + C_5^3 + C_5^4 + C_5^5 = \sum_{n=5}^m \frac{n!}{m!(n-m)!} \quad (1)$$

Відповідно до формули (1) отримаємо $\sum_{i=5}^5 C_n^m = 5 + 10 + 10 + 5 + 1 = 31$ модифікацію. Тоді, за-
раховуючи першу ознаку до класифікаційного рівня “вид”, вважаємо виправданим інші чотири ознаки зарахувати до класифікаційного рівня “класи”.

З урахуванням теорії комбінаторики [19] та формули (1) число теоретичних можливих класів модифікацій ПС визначиться сумою сполучень C_n^m , де $n = 4$, $m = 1, 2, 3, 4$.

$$\sum_{c=1}^{m=4} C_n^m = C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 + C_4^4 = \sum_{n=4}^m \frac{n!}{m!(n-m)!} = 4 + 6 + 4 + 1 = 15. \quad (2)$$

Повертаючись до поділу модифікацій за їх обсягом [10] є виправданим відкоригувати на чотири рівні:

- малі модифікації, відповідні $C_4^1 = 4$;
- середній рівень модифікацій, відповідний $C_4^2 = 4$;
- глибокий рівень модифікацій, відповідний $C_4^3 = 4$;
- повний рівень модифікацій, відповідний $C_4^4 = 4$.

Формування класів для малих модифікацій. Формування класів для малих модифікацій (C_4^1) передбачає: *K 1* — модифікації, що реалізують ознаку зміни сфери застосування чотирьох класів; *K 2* — модифікації, що реалізують ознаку зміни ЛТХ; *K 3* — модифікації, що реалізують ознаку зміни технічної досконалості виконання ПС; *K 4* — модифікації, що реалізують ознаку економічної ефективності.

Для середнього рівня модифікацій (C_4^2) визначено шість класів: *K 12* — одночасна зміна дальності польоту та ЛТХ; *K 13* — одночасна зміна дальності польоту та досконалості технічного виконання ПС; *K 14* — одночасна зміна дальності польоту та підвищення економічної ефективності ПС; *K 23* — одночасна зміна ЛТХ і досконалості технічного виконання ПС; *K 24* — одночасна зміна ЛТХ і ПЕЕ ПС; *K 34* — одночасна зміна досконалості технічного виконання і підвищення економічної ефективності ПС.

Наступне угруповання класів реалізує одночасну зміну трьох ознак модифікацій ПС (глибокі модифікації): *K 123* — зміна ознак *K 1*, *K 2* і *K 3*; *K 234* — зміна ознак *K 2*, *K 3* і *K 4*; *K 341* — зміна ознак *K 3*, *K 4* і *K 1*; *K 412* — зміна ознак *K 4*, *K 1* і *K 2*.

Замикає класи клас повних модифікацій, де *K 1234* — зміна всіх чотирьох класів *K 1*, *K 2*, *K 3*, *K 4*.

Формування підкласів модифікацій ПС. Підкласи формуються на основі реалізації відповідних класів.

Формування груп підкласів модифікацій ПС. Групи підкласів формуються на основі комплексів засобів реалізації відповідних класів.

Підгрупи формуються на основі конкретних засобів реалізації відповідних груп.

Коди класифікаційних рівнів містять літери та цифри, а саме: *K* — клас; *ПК* — підклас; *ГПК* — група, що реалізує підклас; *ПГПК* — підгрупа, що реалізується групою підкласу.

Цифрова частина коду, наступна за літерами охоплює угруповання з однієї, двох, трьох або чотирьох цифр, записаних підряд — код класу, у якому перша цифра (1, 2, 3, 4) — це номер класу, що реалізує ознаку модифікації: 1 — зміна дальності польоту ПС (ЗДП); 2 — зміна ЛТХ ПС (ЗЛТХ); 3 — зміна рівня досконалості технічного рішення (ЗРДТР); 4 — ПЕЕ ПС.

Одиночна цифра (1, 2, 3 або 4) визначає найменування класу, що реалізує одну з ознак модифікації ПС.

Двозначна цифра (12, 13, 14, 23, 24, 34) визначає найменування класу, що реалізує одночасно дві ознаки модифікацій ПС, тризначна цифра (123, 234 тощо) визначає найменування класу, що водночас реалізує три ознаки модифікації ПС.

Цифра з чотирьох знаків (1234) визначає найменування класу, що реалізує одночасно всі чотири ознаки модифікації ПС.

Кодування модифікацій наступних класифікаційних рівнів.

1. Код підкласу передбачає найменування з літер підкласу “ПК” і цифровий код класу, відокремлений комами від наступної цифри, яка визначає порядковий номер способів, що реалізують зміну ознаки модифікації.

Наприклад:

ПК 2, 1 — підклас класу зміни дальності польоту, що характеризує перший спосіб цієї зміни.

ПК 123, 2 — підклас класу одночасної зміни першого, другого і третього ознак модифікації, що характеризує другий спосіб цієї зміни.

2. Кодування класифікаційної групи охоплює назву групи з літерою “Г” підкласу ГПК відповідного класу, порядковий номер способу реалізації цього підкласу після коми, а потім після ще однієї коми — порядковий номер реалізації комплексу засобів зазначеної групи.

Наприклад:

ГПК 34, 1, 2 — група підкласу класу одночасної реалізації змін третього і четвертого ознак

модифікації (ЗРДТР + ПЕЕ), що характеризує перший спосіб такої зміни і другий порядковий номер комплексу засобів реалізації цієї групи.

3. Кодування класифікаційної підгрупи охоплює назву підгрупи з літерою “П” групи підкласу “ГПК” відповідного класу числового позначення, за яким після коми вказується номер способу реалізації змін модифікації цього підкласу, потім — після розділової коми порядковий номер групи комплексу засобів забезпечують реалізацію цієї групи, і, нарешті, після ще однієї розділової коми — цифровий номер конкретного засобу, що забезпечує виконання цієї підгрупи.

Наприклад:

ПГПК 34, 1, 2, 3 — підгрупа групи ГПК 34, 1, 2 попереднього прикладу, після розділової коми, якій вказано цифровий порядковий номер “3” конкретного засобу реалізації даної підгрупи.

Резервні номери всіх класифікаційних символів “X”, відокремленого тире від попереднього коду.

Наприклад:

ПК 2, 3-X — резерв підкласу 2 класу ЗЛТХ, якому передують третій останній цифровий номер способу реалізації даного підкласу, де наступні способи за яким зараховані до резервних.

ГПК 2, 3, 4-X — резервні групи ГПК 2, підкласу класу 2 (ЗЛТХ), що характеризує третій спосіб зміни модифікації та четвертий комплексний засіб реалізації третього способу забезпечення цього підкласу і четвертий комплексний засіб вказаної групи, де всі наступні зараховані до резерву.

ПГПК 2, 3, 4, 1-X — резерв підгрупи попередньої групи, для якої всі наступні за першим конкретним засобом зараховані до резерву.

Важливими характеристиками класів модифікацій ПС є саме ці складові, які цілеспрямовано орієнтують класи на подальше формування класифікаційних структур і вимагають обліку в кодуванні класів.

Доцільно буде розміщувати складові класів у структурі коду класу після його літерного та цифрового позначення у квадратних дужках із подальшим розміщенням відповідних задіяних складових класу в цих дужках під їх цифровим номером у круглих дужках.

Наприклад:

К 2 [(8)] — клас 2, що реалізовує складову 8 зміни ЛТХ.

К 12 [(2) (8)] — клас 12, що реалізовує одночасну зміну дальності польоту його ближньомагістральної складової та зміну ЛТХ як восьму складову.

К 123 [(2) (3) (4)] — клас, що одночасно реалізовує зміну дальності польоту другої складової,

зміни ЛТХ, його третю складову і класу ДТР та його четверту складову.

Для подальших класифікаційних рівнів введено відповідно наступне кодування. У код підкласу вказується цифровий номер найбільш ефективної способу реалізації відповідної складової, кожної ознаки класу модифікацій ПС. Нижче подано приклади кодування класифікаційних рівнів підкласів, груп і підгруп.

1. ПК 123 [(2) (3) (4)], [1, 2, 3] — код підкласу класу К 123 [(2) (3) (4)] відокремлений комою, після якої у квадратних дужках вказуються цифрові номери кожного зі способів реалізації цього підкласу, відокремленими комами.

2. ГПК 123 [(2) (3) (4)], [1, 2, 3], [2, 1, 4] — код підкласу ПК 123 [(2) (3) (4)], [1, 2, 3], де після розділової коми у квадратних дужках послідовно вказуються цифрові номери комплексних засобів, відокремлені комами, що відповідно реалізують способи виконання цього підкласу.

Причому в кодах підкласу та кодах групи вказуються найбільш ефективні способи і комплекси засобів, що наявні у відповідних переліках.

3. ПГПК 123 [(2) (3) (4)], [1, 2, 3], [2, 1, 4], [2, 3, 1] — код підгрупи групи ГПК 123 [(2) (3) (4)], [1, 2, 3], [2, 1, 4] після відокремлювальної коми, де знову у квадратних дужках вказуються: цифрові номери конкретних засобів, відокремлені комами, що реалізують відповідні комплекси засобів.

Кожен підклас модифікацій ПС, що містить дві чи більше класифікаційні ознаки модифікацій має здійснюватися не менше ніж двома способами реалізації, що відображають властивості складових його класів.

За утримання в інтегрованому підкласі трьох (чотирьох) ознак, його здійснення має відбуватися не менше ніж трьома (чотирма) способами реалізації властивостей складових його класів.

Кожна група модифікацій ПС, у якій наявні дві класифікаційні ознаки модифікацій, має здійснюватися не менше ніж двома комплексами засобів реалізації, що відображають властивості складових її підкласів.

За утримання в інтегрованій групі трьох (чотирьох) ознак класифікацій її реалізація має відбуватися не менше ніж трьома (чотирма) комплексами засобів властивостей складових його класів.

Кожна підгрупа модифікацій ПС, в якій наявні дві класифікаційні ознаки, має здійснюватися двома конкретними засобами реалізації, що відображають властивості складових її груп. За утримання в цій підгрупі трьох (чотирьох) ознак класифікації її реалізація має здійснюватися трьома (чотирма) конкретними засобами властивостей складових її комплексів засобів.

ВИСНОВКИ

1. Здійснено короткий аналіз теоретичних аспектів класифікацій ПС транспортної категорії, а також основних положень класифікаційного підходу до обговорюваної проблеми в праці [10], що дав змогу виділити низку принципових складових цього підходу, які покладені в основу подальшого дослідження проблеми.

2. Досліджено класифікаційну багаторівневу схему модифікацій, що запропонована в праці [18], у результаті аналізу якої поряд із позитивною оцінкою використаного автором під час синтезу класичної теорії штучних класифікацій показано її некоректність по суті ряду принципових аспектів.

3. Запропоновано новий підхід до синтезу класифікації модифікацій GC, основою якого покладено принцип формування класифікаційних рівнів, заснований на п'яти ознаках модифікацій ПС, що містять в їх визначенні, сформульованому в [4]: зміні функціонального призначення ПС; зміні сфери застосування ПС; ЗЛТХ ПС; зміні ступеня технічного виконання ПС; ПЕЕ ПС.

Причому першу ознаку покладено в основу вищого класифікаційного рівня — виду, а наступні чотири зараховано до рівних класифікаційних рівнів — класів.

4. Розроблено схеми складників класів модифікацій, що належать до класифікаційного рівня виду конвертації ПС, а також основних складових класифікаційних ознак сфери застосування ПС, ступеня технічної досконалості, основних ЛТХ ПС і ПЕЕ ПС, що цілеспрямовано орієнтують класи на подальше формування їх структур, які вимагають обліку в кодуванні.

5. На засадах теорії комбінаторики визначено граничну кількість модифікацій ПС для п'яти ознак, що становлять 31 модифікацію і для чотирьох однорівневих ознак — 15 модифікацій.

6. Розроблено й обґрунтовано систему кодування модифікацій усіх класів, підкласів, груп і підгруп, що містить коди з літер та цифр.

7. Запропонований принцип і підхід, що його реалізує у вигляді формування класифікатора модифікацій ПС, має пройти досить тривалий процес практичної поетапної реалізації, починаючи з рівня підкласів і особливо наступних за ними рівнями, що варто предметно проаналізувати й обґрунтовувати вузькими спеціалістами, які працюють на всіх етапах життєвого циклу існування ПС.

Таким чином, зазначений класифікатор не може в жодному разі, у найближчому майбутньому розраховувати на закінчену форму, оскільки ефективно число способів, комплексів, а також конкретних засобів реалізації його рівнів має безперервно уточнюватися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гайдачук В. Е.* Состояние и проблема развития отечественного гражданского самолетостроения, рынка автоперевозок и их взаимосвязи / В. Е. Гайдачук, В. Ю. Серебрянникова // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. — 2020. — № 87. — С. 31–50.
2. *Майорова К. В.* Стан і проблеми вітчизняного бізнесу на ринку авіаперевезень в сучасних нестабільних умовах / К. В. Майорова, В. Ю. Серебрянникова // Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering (ICTM-2020): тези Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 2020). — Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського “Харків. авіац. ін-т”, 2020. — С. 63–66.
3. *Майорова Е. В.* О состоянии и проблемах отечественного авиационного бизнеса на рынке авиaperевозок в современных нестабильных условиях / Е. В. Майорова, В. Ю. Серебрянникова // Проблеми та забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки Міжнародна науково-технічна конференція: тези Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 2020). — Харків : Нац. аерокосміч. ун-т ім. М. Є. Жуковського “Харк. авіац. ін-т”, 2020. — С. 87.
4. *Майорова Е. В.* О взаимосвязи проблемы авиaperевозок и перспектив развития отечественного самолетостроения в современных условиях рыночной экономики / Е. В. Майорова, В. Ю. Серебрянникова // Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття : Міжнар. наук.-практ. конф. (Черкаси, 7 серп. 2020 р.). — 2020. — С. 87–89.
5. *Совенко А. Ю.* Крылья над планетой. История авиалиний “Антонова” / А. Ю. Совенко. — Київ : АэроХобби, 2019. — 304 с.
6. International Civil Aviation Organization [Electronic resource]. — Approved by the Secretary General and published under his authority. — Third Edition. — 2014. — Doc 9760. AN/967. — 420 p. — Access: http://www.aviation-insight.aero/Doc_9760.pdf.
7. ADVISORY CIRCULAR. AC 21–12 Classification of design changes. v1.0 [Electronic resource]. — March 2015. — Project Number: CS 13/12. — 61 p. — Access: https://www.casa.gov.au/sites/default/files/_assets/main/rules/1998casr/021/021c12.pdf?acsf_files_redirect.
8. *Кузьмин Ю. В.* Соотношение объемов производства и результативности конструкторских работ в мировых авиационных [Электронный ресурс] / Ю. В. Кузьмин // Историческая информатика. — 2020. — № 2. — С. 61–83. — Режим доступа: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32892. <https://doi.org/10.7256/2585-7797.2020.2.32892>.
9. *Журавлев П. В.* Анализ значений модификаций семейств при проектировании современных пассажирских самолетов [Электронный ресурс] / П. В. Журавлев // Научный вестник МГТУ ГА. — 2013. — 188(2). — С. 121–125. — Режим доступа: http://www.mstuca.ru/scientific_work/research_herald/doc/vestnik188.
10. *Шейнин В. М.* Роль модификаций в развитии авиационной техники / В. М. Шейнин, В. М. Макаров. — М. : Наука, 1982. — 225 с.
11. *Бабенко Ю. В.* Метод оценки стоимости жизненного цикла модификаций самолетов транспортной категории / Ю. В. Бабенко // Вопросы проектирования и производства конструкций

- летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. Авиац. ин-т". — 2015. — Вып. 2(82). — С. 46–51.
12. *Бабенко Ю. В.* Новый информационный ресурс для процессов представления модификаций самолетов в виде интегральных показателей их экономической эффективности / Ю. В. Бабенко, А. В. Матвейчук // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. Авиац. ин-т". — Харьков. — 2016. — Вып. 72. — С. 183–191.
 13. *Бабенко Ю. В.* Методика стоимостной оценки модификаций ближнемагистральных пассажирских самолетов / Ю. В. Бабенко // *Авіаційно-космічна техніка і технологія: зб. наук. праць Нац. аерокосм. ун-ту ім. М. Є. Жуковського "Харків. Авиац. ин-т".* — 2015. — Вып. 9(126). — С. 145–149.
 14. *Лось А. В.* Создание модификаций — основное направление развития военно-транспортных самолетов / А. В. Лось // *Космическая техника. Ракетное вооружение. Space Technology. Missile Armaments.* — 2020. — Вып. 1 (119). — С. 114–120. <https://doi.org/10.33136/stma2020.01.114>.
 15. Математический энциклопедический словарь. — М.: Совет. Энциклоп., 1988. — 847 с.
 16. *Кондаков Н. И.* Логический словарь-справочник / Н. И. Кондаков. — М.: Наука, 1975. — 720 с.
 17. *Субботин А. Л.* Классификация [Электронный ресурс] / А. Л. Субботин // Центр гуманитарных технологий. Электронная публикация. — М.: ИФ РАН, 2001. — Режим доступа: <https://gtmarket.ru/library/basis/3794/3800>.
 18. *Сляднев О. В.* Классификация модификаций гражданских самолетов / О. В. Сляднев // *Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. Авиац. ин-т".* — 2003. — Вып. 35 (4). — С. 80–93.
 19. *Виленкин Н. Я.* Комбинаторика / Н. Я. Виленкин, А. Н. Виленкин, П. А. Виленкин. — М.: МЦНМО, 2006. — 400 с.
- REFERENCES**
1. Gaydachuk, V. Ye. & Serebryannikova, V. Yu. (2020). Sostoyanie i problema razvitiya otechestvennogo grazhdanskogo samoletostroeniya, rynka avtoperevozok i ikh vzaimosvyazi [The state and problem of the development of domestic civil aircraft construction, the road transport market and their relationship]. *Otkrytye informatsionnye i kompyuternye integrirovannye tekhnologii* [Open information and computer integrated technologies]. 87. 31–50.
 2. Maiorova, K. V. & Serebriannikova, V. Yu. (2020). Stan i problemy vitchyznianoho biznesu na rynku aviaperevezhen v suchasnykh nestabilnykh umovakh [The state and problems of domestic business in the air transportation market in today's unstable conditions]. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering (ICTM-2020): International scientific and practical conference: abstracts of papers*. Kharkiv. P. 63–66.
 3. Mayorova, Ye. V. & Serebryannikova, V. Yu. (2020). O sostoyanii i problemakh otechestvennogo aviatcionnogo biznesa na rynke aviaperevozok v sovremennykh nestabilnykh usloviyakh [On the state and problems of the domestic aviation business in the air transportation market in modern unstable conditions]. *Problemy ta zabezpechennia zhyttievoho tsykladu aviatsiinoi tekhniki* [Problems and ensuring the life cycle of aircraft] International scientific and technical conference. Kharkiv, P. 87. <https://doi.org/10.36074/07.08.2020.v1.08>
 4. Mayorova, Ye. V. & Serebryannikova, V. Yu. (2020). O vzaimosvyazi problemy aviaperevozok i perspektiv razvitiya otechestvennogo samoletostroeniya v sovremennykh usloviyakh rynochnoy ekonomiki [On the relationship between the problem of air transportation and the prospects for the development of domestic aircraft construction in modern conditions of a market economy]. *Zdobutky ta dosiahnennia prykladnykh ta fundamentalnykh nauk XXI stolittia* [Achievements and accomplishments of applied and fundamental sciences XXI century]. International Scientific Conference. Cherkasy. P. 87–89.
 5. Sovenko, A. Yu. (2019). *Krylya nad planetoy. Istoriya avialinii "Antonova"* [Wings over the planet. History of Antonov Airlines]. Kyiv.
 6. International Civil Aviation Organization. (2014). Approved by the Secretary General and published under his authority. Third Edition. Doc 9760. AN/967. Retrieved from: http://www.aviation-insight.aero/Doc_9760.pdf.
 7. ADVISORY CIRCULAR. AC 21-12 Classification of design changes. (2015). Retrieved from: https://www.casa.gov.au/sites/default/files/_assets/main/rules/1998casr/021/021c12.pdf?acsf_files_redirect.
 8. Kuzmin, Yu. V. (2020). Sootnoshenie obemov proizvodstva i rezultativnosti konstruktorskiykh rabot v mirovykh aviastroenii XX v. Statisticheskiy analiz bazy dannykh. [The ratio of production volumes and the effectiveness of design work in the global aircraft industry of the XX century. Statistical analysis of the database]. *Istoricheskaya informatika* [Historical informatics]. (2), 61–83. DOI: 10.7256/2585-7797.2020.2.32892.
 9. Zhuravlev, P. V. (2013). Analiz znacheniy modifikatsiy semeystv pri proektirovanii sovremennykh passazhirskikh samoletov [Analysis of the values of modifications of families in the design of modern passenger aircraft]. *Nauchnyy vestnik MGTU GA* [Scientific Bulletin of MGTU CA]. (188), 121–125.
 10. Sheynin, V. M. (1982). *Rol modifikatsiy v razvitii aviatsionnoy tekhniki* [The role of modifications in the development of aviation technology]. Moscow.
 11. Babenko, Yu. V. (2015). Metod otsenki stoimosti zhiznennogo tsikla modifikatsiy samoletov transportnoy kategorii [A method for assessing the life cycle cost of modifications of aircraft of the transport category]. *Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruktsiy letatelnykh apparatov* [Design and production of aircraft structures]. 2(82), 46–51.
 12. Babenko, Yu. V. (2016). Novyy informatsionnyy resurs dlya protsessov predstavleniya modifikatsiy samoletov v vide integralnykh pokazateley ikh ekonomicheskoy effektivnosti [New information resource for the processes of presentation of aircraft modifications in the form of integral indicators of their economic efficiency]. *Otkrytye informatsionnye i kompyuternye integrirovannye tekhnologii* [Open information and computer integrated technologies]. (72), 183–191.
 13. Babenko, Yu. V. (2015). Metodika stoimostnoy otsenki modifikatsiy blizhnemagistralnykh passazhirskikh samoletov [Methodology for the valuation of modifications of short-haul passenger aircraft]. *Aviatsiynokosmichna tekhnika i tekhnologiya* [Aerospace engineering and technology]. 9 (126), 145–149.
 14. Los, A. V. (2020). Sozdanie modifikatsiy — osnovnoe napravlenie razvitiya voinno-transportnykh samoletov [The creation of modifications is the

- main direction of the development of military transport aircraft]. *Kosmicheskaya tekhnika. Raketnoe vooruzhenie* [Space Technology. Missile Armaments]. 1 (119), 114-120. Retrieved from: <https://doi.org/10.33136/stma2020.01.114>. <https://doi.org/10.32620/akt.2019.7.01>
15. Matematicheskiy entsiklopedicheskiy slovar [Mathematical encyclopedic dictionary]. (1988). Moscow.
 16. Kondakov, N. I. (1975). Logicheskiy slovar-spravochnik [Logical dictionary-reference]. Moscow.
 17. Subbotin, A. L. Klassifikatsiya [Classification]. (2001). *Elektronnaya publikatsiya: Tsentr gumanitarnykh tekhnologiy* [Electronic publication: Center for Humanitarian Technologies]. Retrieved from: <https://gtmarket.ru/library/basis/3794/3800>.
 18. Slyadnev, O. V. (2003). Klassifikatsiya modifikatsiy grazhdanskikh samoletov [Classification of civil aircraft modifications]. *Voprosy proektirovaniya i proizvodstva konstruksiy letatelnykh apparatov* [Design and production of aircraft structures]. 35(4), 80–93.
 19. Vilenkin, N. Ya., Vilenkin, A. N. & Vilenkin P. A. (2006). *Kombinatorika* [Combinatorics]. Moscow.

K. V. MAIOROVA, PhD in Engineering, Associate Professor

V. I. SEREBRYANNIKOVA, General Director

A NEW CONCEPTUAL APPROACH TO CLASSIFICATION MODIFICATIONS OF THE TRANSPORT CATEGORY AIRCRAFT

Abstract. *The article highlights the modern approach of creating a classification of transport aircraft modifications. The general tendency of successful functioning of aviation business based on modified base planes operation is analyzed. The purpose of the article is to study the world practice of classifications of modifications of transport aircrafts and its adaptation in a single modern approach depending on the modifications of aircraft. It is revealed that the classification of aircraft modifications is based on the classical theory of artificial classifications, which has a number of shortcomings, among which is the erroneous choice of a number of components of many classification levels (subclasses, groups and subgroups). A new concept based on the adopted provisions, taking into account and implementing all five features of the notion “concept” and defining the notion of “aircraft modification” as a change of one or more of the five features of change (functional purpose, scope, flight, technical characteristics, the level of improvement of the technical solution or its unit, economic efficiency) is proposed. Based on the theory of combinatorics, the maximum number of aircraft modifications was determined for five features: 31 modifications and for four single-level features — 15 modifications. Classification levels of varieties, classes, subclasses, groups and subgroups are established, where the varieties is the basis of the highest classification level, and the last four — are referred to equivalent classification levels — classes. The system of coding of modifications of all classes, subclasses, groups and subgroups consisting of letters and numbers is developed and proved. Examples of these encodings are given. The authors of the article came to the conclusion that the proposed principle and approach to the formation of the classifier of aircraft modifications should go through a long process of practical implementation and further improvement at all stages of the product life cycle, starting from the subclass.*

Keywords: *classification of modifications, aircraft, type, class, subclass, group, subgroup, codes, synthesis of classification of modifications.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Майорова Катерина Володимирівна — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій виробництва літальних апаратів, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», вул. Чкалова, 17, м. Харків, Україна, 61070; +38 (095) 050-81-55; kate.majorova@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3949-0791.

Серебряннікова Вікторія Юліївна — генеральний директор, ТОВ «Авіакомпанія Джоніка», вул. Волинська, 66А, м. Київ, Україна, 03151; +38 (099) 009-92-60; vserebryannikova1@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maiorova K. V. — PhD in Engineering, Associate Professor of technology of aircraft manufacturing department, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 17 Chkalova Str., Kharkiv, Ukraine, 61070; +38 (095) 050-81-55; kate.majorova@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3949-0791.

Serebryannikova V. I. — General Director, Aircompany “Jonika” LLC, 66A Volynska Str., Kyiv, Ukraine, 03151; +38 (099) 009-92-60; vserebryannikova1@gmail.com

