

doi:10.32620/oikit.2018.82.02

УДК 629.7.01:658.62.018.012

М. В. Нечипорук, О. О. Поліщук, А. С. Полупан

## Дослідження проблеми проектування надлегких літаків з урахуванням вимог споживача

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»*

Розглянуто питання удосконалення методів формування обліку надлегких літаків. У статті наведена інформація про ідентифікацію надлегких літаків згідно класифікації Міжнародної авіаційної федерації (МАФ) та законодавства України. Проведено аналіз ринку надлегких літаків, виявлені основні виробники надлегкої авіаційної техніки в світі, визначені основні категорії споживачів надлегких літаків. Виокремлені перспективи та основні проблеми розвитку галузі надлегкої авіації в Україні та світі. Розглянуто етапи проектування надлегких літаків. Акцентовано увагу на практиці світового авіабудування, яка свідчить про те, що завоювання нових позицій та підтримка конкурентоспроможності виробництва на ринку потребує постійного поліпшення якості літака та створення інноваційних технологій в умовах жорстких вимог до наукового, технічного, технологічного, організаційного, економічного, кадрового та інвестиційного забезпечення проектування і виробництва повітряних суден. Вирішення даної проблеми в першу чергу пов'язано з ефективністю рішень, прийнятих конструктором, вдосконаленням виробничих процесів і технології виготовлення. Визначено, що найбільш перспективним рішенням для зниження економічних ризиків і контролю рівня попиту є залучення замовника (споживача) в процес проектування продукції авіаційної техніки. Визначено завдання дослідження та запропоновано рішення підвищення якості проектування надлегких літаків шляхом впровадження споживчих критеріїв у процес проектування надлегких літаків для задоволення широкого спектру сфер їх застосування. Використання отриманих рішень дозволить виробникові приймати більш ефективні конструкторські рішення щодо проектування надлегких літаків. Дослідження дозволять у подальшому вдосконалити методи формування образу надлегких літаків на ранніх етапах проектування.

**Ключові слова:** надлегкий літак, процес проектування, образ літака, споживач, якість авіаційної техніки, споживчі критерії.

**Вступ.** У кінці шістдесятих років у світовій авіації сформувався новий напрям у розвитку авіаційної техніки – створення надлегких літальних апаратів (НЛА). У 1981 р. Міжнародна авіаційна федерація (МАФ) визначила, що до даного типу літальних апаратів належать одно- і двомісні літаки масою не більше 150 кг. Було визначено й інші обмеження. У ряді країн (США, Англії, Іспанії, Франції та ін.) існують свої обмеження щодо НЛА [1].

В Україні згідно з Правилами сертифікації авіаційних навчальних закладів цивільної авіації з підготовки льотного складу України [2], надлегким повітряним судном (моторним) називається повітряне судно, що має силову установку, з максимальною сертифікованою злітною масою не вище 450 кг і згідно з експлуатаційною документацією мінімальну швидкість звалювання у посадочній конфігурації не більше 65 км/год. Моторні надлегкі повітряні судна за принципом керування поділяють на типи з балансірним та аеродинамічним керуванням.

Інтерес з боку споживачів до надлегких літаків (НЛЛ) обумовлено їх широкими можливостями для вирішення навчальних, спортивних, комерційних і господарських завдань, а також появою сучасних матеріалів і технологій, потужних і економічних двигунів [1].

Відомо, що послугами НЛЛ користуються два типи споживачів: організації-споживачі та індивідуальні покупці. Для приватного власника актуальною є проблема вибору форми власності та пов'язані з цим умови експлуатації авіаційної техніки. Для авіапідприємства постає проблема пристосування існуючої структури до ринкових умов функціонування, а при створенні в Україні окремої інфраструктури для НЛЛ потрібен цілий комплекс з урегулювання діяльності її структур [1].

У сучасних економічних умовах однією із найбільш перспективних галузей і такою, що динамічно розвивається, є ділова авіація, тобто виконання ділових перевезень, у процесі яких НЛЛ використовуються для польотів, пов'язаних з бізнесом. Індивідуальними споживачами послуг ділової авіації можуть бути лише 2 % населення. Збільшення попиту на ділові перевезення є можливим за рахунок використання ділової авіації структурами малого та середнього бізнесу [3, 4]. Сьогодні українська ділова авіація стала ще одним сектором економіки, який більшою мірою експортовано з України, майже всі угоди в цьому секторі проводяться за межами країни. Правова, податкова системи і держрегулювання не сприяють тому, щоб громадяни могли володіти цінними активами цієї галузі в Україні.

Причини, за якими літаки українських власників не базуються в Україні є, численними, і в основному економічного характеру, а саме: ПДВ, що стягується при ввезенні; монополізація аеропортів, які використовуються для ділової авіації; відсутність недорогих майданчиків для стоянки повітряних суден.

Світові експерти очікують, що до 2020 року ринок досягне 389,26 млн дол. США при CAGR (середньорічному темпі зростання з урахуванням складного відсотка) 5,23 % з 2015 до 2020 рік. Такі чинники, як зростання спортивних і рекреаційних витрат, багатогранність в експериментальній підготовці і низька вартість придбання, обслуговування та експлуатації НЛЛ сприяє зростанню ринку надлегких літаків. Такі чинники, як економічний спад і проблеми безпеки, обмежують зростання ринку.

Ринок надлегкий повітряних суден поділяють на три основні сегменти: тип повітряного судна, тип двигуна, сфера застосування і регіон.

На основі типу літака цей ринок сегментовано на фіксоване крило, адаптоване крило і поворотне крило.

Також проводиться сегментування за типом двигуна далі класифікуються на паливні та електричні.

Ринок сегментують за сферами відпочинку, реклами і оборони.

За оцінками, частка фіксованого крила на ринку НЛЛ щодо вартості становить найбільшу частку – 80,45 % в 2015 р., за якою йде сегмент адаптованих крил, який має оціночну частку 16,09 % в тому ж році. За обсягом сегмент адаптованих крил лідирує на ринку НЛЛ, який становить частку 56,63 % в 2015 р., за яким йде сегмент фіксованого крила з часткою 41,82 % в тому ж році.

За оцінками, в 2015 р. на Європу припадає найбільша частка ринку НЛЛ, за якою йде Північна Америка. Очікується, що на Близькому Сході ринок НЛЛ зросте з найвищим CAGR на 7,93 % в період між 2015 і 2020 р.р.

На ринку НЛЛ домінують головні виробники, такі як Costruzioni Aeronautiche Tecnam S.R.L. (Італія), Cub Crafters, Inc. (США), Flight Design GmbH (Німеччина), Pipistrel D.O.O. Айдовшеїна (Словенія) і Evektor spol s.r.o. (Чеська Республіка), American Legend Aircraft Co. (США), AeroPro s.r.o. (Словаччина),

Jabiru Aircraft Pty. Ltd. (Австралія), авіаносці Quicksilver (США) і P&M Aviation (Великобританія) [5].

В Україні одним із найбільших виробників НЛЛ є підприємство «Аеро-ракт». Основний напрямок діяльності – розроблення та серійне виробництво НЛЛ різних модифікацій. Підприємство серійно виготовляє такі літаки, як А-22, А-24, А-36, а також виконує індивідуальні замовлення. Ведуться перспективні дослідження та розроблення спеціальних модифікацій базових моделей: випробувано та запущено в серійне виробництво НЛЛ для аерофотозйомки, сільсько-господарські літаки, аероплани, амфібії, чотиримісні авіалінії.

У найближчих планах підприємства - серійне виробництво спеціалізованих сільськогосподарських авіаліній, двомоторних чотиримісних та тримісних літаків-амфібій. За думкою фахівців підприємства, саме ці напрямки в наш час мають найбільшу перспективу [6].

Створення НЛЛ – це процес безперервного творчого пошуку, спрямованого на оптимальне вирішення завдань проектування і виготовлення конструкції.

Одним з найбільш трудомістких і складних етапів створення НЛЛ є процес його проектування [1]. Під загальним проектуванням літака розуміють: визначення за заданими в технічному завданні (ТЗ) типом літака, тактико-технічними вимогами (ТТВ) і льотно-технічними характеристиками (ЛТХ) його зовнішнього вигляду, аеродинамічного і об'ємного компонування, маси і центрування, а також інших характеристик, що забезпечують можливість експлуатації цього літака в польоті і на землі. Етапи проектування літака показана на рисунку [2].

Як видно з рисунка на стадії попереднього проектування відбувається формування образу майбутнього літака, тобто вироблення концептуального образу літака, вибір загальної схеми літака, створення зовнішнього вигляду, визначення структури його підсистеми, моделювання, параметричне дослідження, аналіз ефективності, оптимізація.

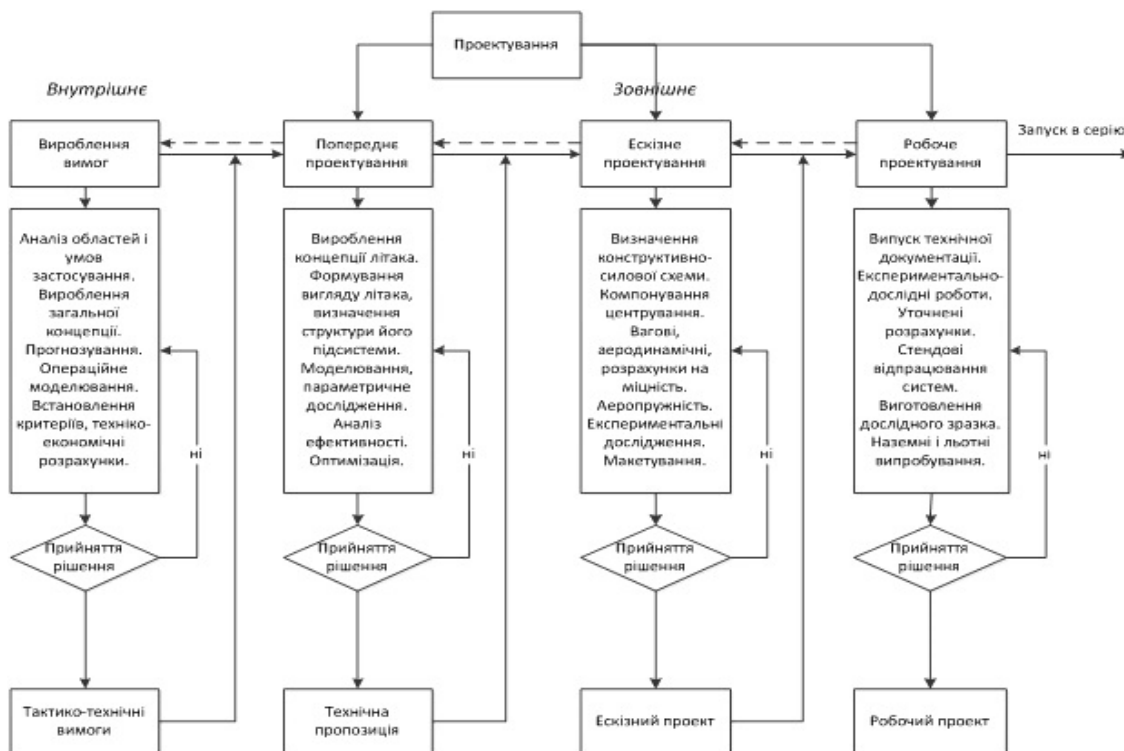


Рис. – Типова схема процесу розробки НЛЛ

Результатом попереднього проектування є технічна пропозиція – ескіз вигляду літака зі значеннями основних геометричних параметрів, попередні оцінки аеродинамічних, масових, льотно-технічних і вартісних його характеристик літака.

Такий аналіз проводить розробник авіатехніки, приймаючи остаточні рішення на основі власного досвіду і використовуючи різні засоби моделювання, функціонального аналізу, дані випробувань та ін.

Співпраця замовника (споживача) і виконавця починається з узгодження технічного завдання й технічної пропозиції (аванпроекту) завершується складанням розгорнутих і детальних тактико-технічних вимог (ТТТ) до майбутнього літака [7-11]. В подальших етапах проектування літального апарата замовник (споживач) не приймає участі.

#### **Постановка завдання дослідження.**

Практика світового авіабудування свідчить про те, що завоювання нових позицій та підтримка конкурентоспроможності виробництва на ринку потребує постійного поліпшення якості літака та створення інноваційних технологій в умовах жорстких вимог до наукового, технічного, технологічного, організаційного, економічного, кадрового та інвестиційного забезпечення проектування і виробництва повітряних суден.

Вирішення даної проблеми в першу чергу пов'язано з ефективністю кроків, прийнятих конструктором, вдосконаленням виробничих процесів і технології виготовлення. Здійснення перелічених заходів потребує великих капіталовкладень і часових ресурсів. Це збільшує економічний ризик виробника авіатехніки, пов'язаний з небезпекою понести великі збитки, якщо продукція не матиме достатнього попиту. Найбільш перспективним рішенням для зниження зазначеного ризику і контролю рівня попиту є залучення замовника (споживача) в процес проектування продукції авіаційної техніки [12].

Відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO 9000:2015 при аналізованні проекту мають бути враховані вимоги і побажання всіх зацікавлених сторін, в тому числі і споживачів [14]. Основною складністю залучення останніх до процесу створення і технічного впровадження нової продукції в авіабудуванні існуючими методами є технічні ресурси виробника. Складні технічні галузі, такі, як, наприклад, хімія, медицина, машинобудування та інші, дають можливість брати участь в інноваційному процесі тільки кваліфікованим фахівцям певної області.

Ще однією складністю є створення ефективної і структурованої системи обміну інформацією зі споживачем [12,13].

Таким чином, актуальним завданням є удосконалення існуючих методів формування образу літака на ранніх етапах проектування з урахуванням споживчих критеріїв. Це дозволить виробникові приймати більш ефективні конструкторські рішення.

У дослідженні проблем підвищення якості та конкурентоспроможності повітряного транспорту варто відзначити роботи вчених Б. В. Артамонова, Н. Н. Громова, А. Н. Дунаєєва, Е. Ф. Косиченко, Е. В. Мухордих, О. В. Репіна, К. К. Руппель, В. А. Саболіна, І. А. Самойлова, А. А. Соколова, А. А. Фридлянд, А. Н. Хижняк та інші. З питань економіки використання малих літальних апаратів, розвитку їх парку широко відомі роботи М. А. Бородини, Г. Н. Буянського, Н.В. Долбні, Ю. В. Криволицького, К. Н. Макарова, М. Л. Міля, А. І. Плешакова, Р. В. Сакача, М. И. Славкова, М. Н. Тищенко, О. В. Худоленка та інших, а

також зарубіжних спеціалістів – А. Т. Уэльса, Р. Л. Дафта, С. Джонса, Е. Мюриэла Майкла, де Уїт Парке, Р. Рассела, Б. Рендера, І. Сикорського, Ч. Уайта, С. Уїткрофта, Д. Харріса та ін. Разом з тим наукових робіт по економіці малої авіації дуже мало. Тут слід відзначити роботи С. А. Арсланова [4], В. А. Глухова [12, 13], Количева, В. С. Куприянової, І. Е. Максїенко, П. Г. Перерви [15] та інших. Ці роботи стосуються окремих питань виробництва та збуту малих літальних апаратів, які ще недостатньо досліджено. Багато проблемних питань, щодо проектування, менеджменту та економіки використання малих літальних апаратів в умовах ринкових відносин у сучасній Україні залишаються мало вивченими.

### Реалізація поставленого завдання

Для успішного вирішення цих проблем потрібно виконати такі завдання:

1. Системно проаналізувати ранні етапи проектування НЛЛ.
2. Знайти і дослідити рішення, пов'язані з підвищення споживчих якостей НЛЛ.
3. Дослідити та проаналізувати існуючі критерії оцінки якості авіаційної техніки.
4. Розробити модель споживчих критеріїв, які б можна було враховувати на ранніх етапах проектування.
5. Створити інтерфейси (сукупність засобів, методів і правил взаємодії) між споживачем та виробником.
6. Інтегрувати модель споживчих критеріїв в процес проектування НЛЛ.

### Список літератури

1. Чумак П. И., Кривокрысенко В. Ф. Расчет, проектирование и постройка сверхлегких самолетов/ П. И. Чумак, В. Ф. Кривокрысенко. — М.: Патриот, 1991. — 238 с.
2. Правила сертифікації авіаційних навчальних закладів цивільної авіації з підготовки льотного складу України – Умови доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0981-05>
3. Максютенко, І. Є. Обґрунтування перспектив розвитку авіації загального призначення в Україні : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.07.04 «Економіка транспорту і зв'язку» / І. Є. Максютенко.– Київ, 2000.– 19 с.
4. Арасланов, С. А. Перспективы рынка авиации общего назначения в Украине / С. А. Арасланов // Авиация общего назначения: научно-технический журнал. – Х., 1995. – № 1- 2.– С. 5 – 9.
5. Ultralight Aircraft Market worth 389.26 Million USD by 2020 [Електронний ресурс] – Умови доступу: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/ultralight-aircraft.asp>
6. ООО «Аэропракт». О предприятии [Електронний ресурс] – Умови доступу: <http://www.aeroprakt.kiev.ua/pages/show/aboutus/>
7. Гребеников, А. Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолётных конструкций / А. Г. Гребеников // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2006. – 532 с.

8. Егер, С. М. Основы автоматизированного проектирования самолётов/ С. М. Егер, Н. К. Лисейцев, О. С. Самойлович. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с.

9. Ванин, И. В. Разработка компьютерных моделей базовой геометрии самолёта с использованием современных информационных технологий / И. В. Ванин, Г. А. Вирченко, Я. И. Ткачевский // АНТК им. Антонова/ Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2009. – С. 82-86.

10. Ендогур, А. И. Курс лекций для выпускников ВУЗов и специалистов неавиационного профиля ЗАО «Инженерный Центр ИКАР» Ч. 2/ Ендогур А. И. – Умови доступу: [http://ecar-airbus.ru/wp-content/uploads/obuchenie/endogur\\_training/Endogur\\_training\\_Part\\_2.pdf](http://ecar-airbus.ru/wp-content/uploads/obuchenie/endogur_training/Endogur_training_Part_2.pdf)

11. Основы общего проектирования самолетов с газотурбинными двигателями: / П. В. Балабуев, С. А. Бычков, А. Г. Гребеников, В. Н. Желдоченко, А. А. Кобылянский, А. К. Мялица, В. И. Рябков, Т. П. Цепляева. – учеб. пособие. Ч. 1 – Харьков: «ХАИ», 2003. – 454 с

12. Глухов В. А. Методы повышения качества многоцелевых авиационных систем (на примере легких гражданских самолетов): дис. канд. техн. наук: 05.02.23 /В. А. Глухов - М., 2006 – 140 с.

13. Глухов, В. А. Оценка и выбор технических решений при проектировании легких самолетов /Глухов В. А. //4-я Международная конференция «Авиация и космонавтика - 2005»: Тез. докладов. 10-13 октября 2005 года. - М.: Изд-во МАИ, 2005.

14. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю Основні положення та словник термінів. – Київ: Держстандарт України, 2015. – 49 с.

15. Перерва, П. Г. Совершенствование методов определения уровня качества и конкурентоспособности средств малой авиации / П. Г. Перерва, Халид Наиф Хиляд Махир // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ». Сер. Технічний прогрес та ефективність виробництва. – 2015. – № 26. – С. 83-90.

16. Комаров, В. А. Выбор облика летательного аппарата с использованием технологии многодисциплинарной оптимизации: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / В. А. Комаров, А. С. Кузнецов – Самара Гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева 2012. – Умови доступу: [https://ssau.ru/files/education/uch\\_posob/Выбор%20облика-Комаров%20ВА.pdf](https://ssau.ru/files/education/uch_posob/Выбор%20облика-Комаров%20ВА.pdf)

17. Короткова Н. Ю. Привлечение потребителей к процессу создания инновационных продуктов /Н. Ю. Короткова // Креативная экономика. — 2010. — № 7 (43). — с. 102 – 109.

## References

1. Chumak P. I., Krivokrysenko V. F. Raschet, proektirovanie i postrojka sverhlegkih samoletov/ P. I. Chumak, V. F. Kryvokrysenko. — М.: Patriot, 1991. — 238 s.

2. Pravila sertifikacii aviacijnih navchal'nih zakladiv civil'noї aviacii z pidgotovki l'otnogo skladu Ukraїni – Umovi dostupu: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0981-05>

3. Maksjutenko, I. Є. Obr'untuvannja perspektiv rozvitku aviacii zagal'nogo priznachen-nja v Ukraїni : avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk : spec. 08.07.04 «Ekonomika transportu i zv'jazku» / I. Є. Maksjutenko.– Kiїv, 2000.– 19 s.

4. Araslanov, S. A. Perspektivy rynku aviacii obshhego naznachenija v Ukraine / S. A. Araslanov // Aviacija obshhego naznachenija: nauchno-tehnicheskij zhurnal. – H., 1995. – № 1- 2. – S. 5 – 9.

5. Ultralight Aircraft Market worth 389.26 Million USD by 2020 [Elektronnij resurs] – Umovi dostupu:

<https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/ultralight-aircraft.asp>

6. ООО «Аеропракт». О предприятii [Elektronnij resurs] – Umovi dostupu: <http://www.aeroprakt.kiev.ua/pages/show/aboutus/>

7. Grebenikov, A. G. Metodologija integrirovannogo proektirovanija i modelirovanija sbornyh samoljotnyh konstrukcij / A. G. Grebenikov // Otkrytye informacionnye i komp'juternye integrirovannye tehnologii. – H.: Nac. ajerokosm. un-t im. N.E. Zhukovskogo «HAI», 2006. – 532 s.

8. Eger, S. M. Osnovy avtomatizirovannogo proektirovanija samoljotov/S. M. Eger, N. K. Lisejcev, O. S. Samojlovich. – M.: Mashinostroenie, 1986. – 232 s.

9. Vanin, I. V. Razrabotka komp'juternyh modelej bazovoj geometrii samoljota s is-pol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tehnologij / I. V. Vanin, G. A. Virchenko, Ja. I. Tkachevskij // ANTK im. Antonova/ Otkrytye informacionnye i komp'ju-ternye integrirovannye tehnologii. – H.: Nac. ajerokosm. un-t im. N.E. Zhukovskogo “HAI”, 2009. – S. 82-86.

10. Endogur, A. I. Kurs lekcij dlja vypusknikov VUZov i specialistov neaviacionnogo profilja ZAO «Inzhenernyj Centr IKAR» Ch. 2/ Endogur A. I. – Umovi dostu-pu: [http://ecar-airbus.ru/wp-content/uploads/obuchenie/endogur\\_training/Endogur\\_training\\_Part\\_2.pdf](http://ecar-airbus.ru/wp-content/uploads/obuchenie/endogur_training/Endogur_training_Part_2.pdf)

11. Osnovy obshhego proektirovanija samoletov s gazoturbinnymi dvigateljami: / P. V. Balabuev, S. A. Bychkov, A. G. Grebenikov, V. N. Zheldochenko, A. A. Kobyljanskij, A. K. Mjalica, V. I. Rjabkov, T. P. Cepljaeva. – ucheb. posobie. Ch. 1 – Har'kov: «HAI», 2003. – 454 s

12. Gluhov V. A. Metody povyshenija kachestva mnogocelevyh aviacionnyh sistem (na primere legkih grazhdanskih samoletov): dis. kand. tehn. nauk: 05.02.23 / V. A. Gluhov - M., 2006 – 140 s.

13. Gluhov, V. A. Ocenka i vybor tehnicheskikh reshenij pri proektirovanii legkih samoletov /Gluhov V. A. //4-ja Mezhdunarodnaja konferencija «Aviacija i kosmonavtika - 2005»: Tez. dokladov. 10-13 oktjabrja 2005 goda. - M.: Izd-vo MAI, 2005.

14. DSTU ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Sistemi upravlinnja jakistju Osnovni po-lozhennja ta slovník terminiv. – Kiiv: Derzhstandart Ukraïni, 2015. – 49 s.

15. Pererva, P. G. Sovershenstvovanie metodov opredelenija urovnja kachestva i kon-kurentosposobnosti sredstv maloj aviacii / P. G. Pererva, Halid Naif Hiljad Mahir // Visnik Nac. tehn. un-tu «HPI». Ser. Tehnichnij progres ta effektivnist' virobnictva. – 2015. – № 26. – S. 83-90.

16. Komarov, V. A. Vybor oblika letatel'nogo apparata s ispol'zovaniem tehnologii mnogodisciplinarnoj optimizacii: ucheb. posobie [Elektronnij resurs]: / V. A. Komarov, A. S. Kuznecov – Samara Gos. ajerokosm. un-t im. S. P. Koroleva 2012. – Umovi dos-tupu: [https://ssau.ru/files/education/uch\\_posob/Vybor%20oblika-Komarov%20VA.pdf](https://ssau.ru/files/education/uch_posob/Vybor%20oblika-Komarov%20VA.pdf)

17. Korotkova N. Ju. Privlechenie potrebitelej k processu sozdanija innovacionnyh produktov /N. Ju. Korotkova // Kreativnaja jekonomika. — 2010. — № 7 (43). — s. 102 – 109.

Надійшла до редакції 26.12.2018, розглянута на редколегії 28.12.2018.

## **Исследование проблемы проектирования сверхлегких самолетов с учетом требований потребителя**

Рассмотрены вопросы совершенствования методов формирования облика учета сверхлегких самолетов. В статье приведена информация об идентификации сверхлегких самолетов согласно классификации Международной авиационной федерации (МАФ) и законодательства Украины. Проведен анализ рынка сверхлегких самолетов, выявлены основные производители сверхлегкой авиационной техники в мире, определены основные категории потребителей сверхлегких самолетов. Выделены перспективы и основные проблемы развития отрасли сверхлегкой авиации в Украине и мире. Рассмотрены этапы проектирования сверхлегких самолетов. Акцентировано внимание на практике мирового авиастроения, которая свидетельствует о том, что завоевание новых позиций и поддержка конкурентоспособности производства на рынке требует постоянного улучшения качества самолета и создание инновационных технологий в условиях жестких требований к научного, технического, технологического, организационного, экономического, кадрового и инвестиционного обеспечения проектирования и производства воздушных судов. Решение данной проблемы в первую очередь связано с эффективностью решений, принятых конструктором, совершенствованием производственных процессов и технологии изготовления. Определено, что наиболее перспективным решением для снижения экономических рисков и контроля уровня спроса является привлечение заказчика (потребителя) в процесс проектирования продукции авиационной техники. Определены задачи исследования и предложены решения повышения качества проектирования сверхлегких самолетов путем внедрения потребительских критериев в процесс проектирования сверхлегких самолетов для удовлетворения широкого спектра сфер их применения. Использование полученных решений позволит производителю принимать более эффективные конструкторские решения по проектированию сверхлегких самолетов. Исследования позволят в дальнейшем усовершенствовать методы формирования образа сверхлегких самолетов на ранних этапах проектирования.

**Ключевые слова:** сверхлегкий самолет, процесс проектирования, образ самолета, потребитель, качество авиационной техники, потребительские критерии.

## **Investigating the problem of designing ultralight airplanes with customer requirements**

The article deals with the issues of improving the methods of forming accounting for ultralight aircraft. The article provides information on the identification of ultralight aircraft according to the classification of the International Aviation Federation (IAF) and the laws of Ukraine. It is analyzed the market for ultralight aircraft, the main manufacturers of ultralight aircraft in the world are identified. It is identified the main categories of consumers of ultralight aircraft. It is highlighting the perspectives and main problems of the development of ultralight aviation in Ukraine and the world and stages of the design of ultralight aircraft. Attention is focused on the practice of global



aviation industry, which suggests that gaining new positions and supporting competitiveness of production in the market requires continuous improvement of aircraft quality and the creation of innovative technologies in the face of stringent requirements for scientific, technical, technological, organizational, economic, personnel and investment support for design and aircraft manufacturing. The solution to this problem is primarily related to the effectiveness of the steps taken by the designer, the improvement of production processes and manufacturing technology. Determined by the most promising solution to reduce economic risks and control the level of demand is to attract the customer (consumer) in the process of designing aircraft products. The research objectives are defined and solutions are proposed for improving the design quality of ultralight airplanes by introducing consumer criteria into the design process of ultralight airplanes to meet a wide range of applications. The use of the obtained solutions will allow the manufacturer to make more effective design decisions on the design of ultralight aircraft. Research will further improve the methods of forming ultra-light aircraft in the early design stages.

**Keywords:** ultralight aircraft, the design process, the image of the aircraft, the consumer, the quality of aircraft, consumer criteria.

#### **Відомості про авторів:**

**Нечипорук Микола Васильович** – докт. техн. наук, професор, кафедри хімії, екології та експертизних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, [nechyporuk52@gmail.com](mailto:nechyporuk52@gmail.com), ORCID 0000-0002-0566-6552.

**Поліщук Олена Олексіївна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри хімії, екології та експертизних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, [o.polishchuk@khai.edu](mailto:o.polishchuk@khai.edu), ORCID 0000-0001-8568-7582.

**Полупан Антон Сергійович** – аспірант кафедри технології виробництва літальних апаратів, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна, [antonpolupan@ukr.net](mailto:antonpolupan@ukr.net), ORCID 0000-0002-0158-7312.

#### **Information about the authors:**

**Nechyporuk Mykola** - Dr. Tech. Sc., professor, Department of Chemistry, Ecology and Expertise Technologies, National Aerospace University named after M. Ye. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, [nechyporuk52@gmail.com](mailto:nechyporuk52@gmail.com), ORCID 0000-0002-0566-6552.

**Polishchuk Olena** – Ph.D, Associate Professor, Department of Chemistry, Ecology and Experimental Technologies, National Aerospace University, M. Ye. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, [o.polishchuk@khai.edu](mailto:o.polishchuk@khai.edu), ORCID 0000-0001-8568-7582.

**Polupan Anton** - post-graduate student of the Department of technology of production of aircraft, National Aerospace University named after M. Ye. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine, [antonpolupan@ukr.net](mailto:antonpolupan@ukr.net), ORCID 0000-0002-0158-7312.