

УДК 629.735.33

А. В. ЛОСЬ**РЕАЛИЗАЦИЯ ГЛУБОКИХ МОДИФИКАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВТС: АН-132Д, АН-178 И АН-188**

Европейские специалисты признают, что конкурентоспособные военно-транспортные самолеты во всех категориях (легкие, средние и тяжелые) могут создавать только в США и Украине. На момент появления «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» мы имели наиболее эффективные: легкий транспортный самолет Ан-32 с грузоподъемностью 6,7 т и дальностью действия 800 км; оперативно-тактический военно-транспортный самолет (ВТС) с грузоподъемностью 30 т и дальностью действия при полной загрузке 4300 км; пассажирский региональный самолет Ан-148-100В с максимальной полезной нагрузкой 9,0 т и дальностью её перевозки на 2600 км. Усилиями всего коллектива ГП «Антонов» на базе этих самолетов спроектированы, изготовлены опытные образцы и частично прошли летные испытания такие их модификации, как Ан-132Д, Ан-178 и Ан-188, реализация которых базируется на использовании новой «Методологии проектирования модификаций военно-транспортных самолетов с учетом глубоких изменений в крыле и в силовой установке». С учетом научных положений этой «Методологии...»: на базе самолета Ан-32 путем глубоких изменений в силовой установке, т. е. использованием двигателей PW150 и увеличением массы топлива в полтора раза, создана модификация легкого ВТС Ан-132Д с грузоподъемностью 9,1 т, дальностью, увеличенной до 2400 км, и с топливной эффективностью до 222 г/т·км, что выше, чем у базовой модели; на базе пассажирского самолета Ан-148 путем глубоких изменений и в геометрии крыла, и в силовой установке создана модификация среднего ВТС – Ан-178 с грузоподъемностью 18 т и дальностью действия при максимальной загрузке 1200 км, что обеспечивает этой модификации «нишу», не занятую конкурентами; обеспечение полного превосходства модификации Ан-188 среди конкурентов-аналогов базируется также на глубоких изменениях: замена в силовой установке ТВД Д27 на турбовентиляторный CFM LEAP-1A; использование дискретной геометрической крутки местных хорд крыла, что обеспечило дальность действия этого самолета до 3200 км при грузоподъемности 47 т и существенно повысило его боеспособность вследствие применения турбовентиляторных двигателей.

Сравнение этих ВТС с их базовыми моделями показывает, что коллектив ГП «Антонов» с честью реализовал направление «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» в части создания конкурентоспособных военно-транспортных самолетов.

Ключевые слова: военно-транспортные самолеты различного назначения, модификации, характеристики «груз – дальность», конкурентоспособность, перевозка грузов, топливная эффективность, рейсовая производительность, грузоподъемность.

О. В. ЛОСЬ**РЕЗУЛЬТАТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЛУБОКИХ МОДИФІКАЦІЙНИХ ЗМІН У ВІТЧИЗНЯНИХ ВТЛ:
АН-132Д, АН-178 І АН-188**

Європейські спеціалісти визнають, що, конкурентоспроможні військово-транспортні літаки у всіх категоріях (легкі, середні і важкі) можуть створювати тільки США і Україна. На момент появи «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» ми мали найбільш ефективні: легкий транспортний літак Ан-32 з вантажопідйомністю 6,7 т і дальністю дії 800 км; оперативно-тактичний військово-транспортний літак (ВТС) з вантажопідйомністю 30 т і дальністю дії при повному завантаженні 4300 км; пасажирський регіональний літак Ан-148-100В з максимально корисним навантаженням 9,0 т і дальністю її перевезення на 2600 км. Зусиллями всього колективу ДП «Антонов» на базі цих літаків спроектовані, виготовлені дослідні зразки і частково пройшли льотні випробування такі їх модифікації як Ан-132Д, Ан-178 і Ан-188, реалізація яких базується і на використанні нової «Методології проектування модифікацій військово транспортних літаків з урахуванням глибоких змін в крилі і в силовій установці». З урахуванням наукових положень цієї «Методології...»:

– на базі літака Ан-32 шляхом глибоких змін в силовій установці, т. Е. Використанням двигунів PW150 і збільшенням маси палива в півтора рази, створена модифікація легкого ВТС – Ан-132Д з вантажопідйомністю 9,1 т, зі збільшеною дальністю до 2400 км і з показником паливної ефективності 222 г/т км, що вище, ніж у базової моделі; на базі пасажирського літака Ан-148 шляхом глибоких змін і в геометрії крила, і в силовій установці створена модифікація середнього ВТС Ан-178 з вантажопідйомністю 18 т і дальністю дії при максимальному завантаженні 1200 км, що забезпечує цій модифікації «нішу», не зайняту конкурентами; забезпечення повної переваги модифікації Ан-188 серед конкурентів-аналогів базується також на глибокі зміни: заміни в силовій установці ТВД Д27 на турбовентиляторний CFM LEAP-1A; використанні дискретної геометричної крутки місцевих хорд крила, що забезпечило дальність дії цього літака до 3200 км при вантажопідйомності 47 т і істотно підвищило його боєготовність внаслідок застосування турбовентиляторних двигунів. Порівняльна оцінка цих ВТС з їх базовими моделями показує, що колектив ДП «Антонов» з честью реалізував частину «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» в частині створення конкурентоспроможних військово-транспортних літаків.

Ключові слова: військово-транспортні літаки різного призначення, модифікації, характеристики «вантаж-дальність», конкурентоспроможність, перевезення вантажів, паливна ефективність, рейсова продуктивність, вантажопідйомність.

A. V. LOS**DEEP IMPLEMENTATION RESULTS MODIFICATION CHANGES IN DOMESTIC MTA:
AN-132D, AN-178 AND AN-188**

European specialists recognize that only US and Ukraine can create competitive military transport aircraft in all categories (light, medium and heavy). At the time of the emergence of the "State COMPLEX Program for the Development of the Aviation Industry of Ukraine to 2020" we had the most effective: light transport aircraft An-32 with a capacity of 6.7 t and a range of 800 km; Operational-tactical military transport aircraft (VTS) with a load capacity of 30 tons and a range of full load at 4300 km; An-148-100V passenger regional aircraft with a maximum payload of 9.0 tons and a range of 2600 km. Through the efforts of the whole team of Antonov State Enterprise on the basis of these planes designed, manufactured prototypes and partially passed flight tests such modifications as An-132D, An-178 and An-188, the implementation of which is based on the use of the new "Methodology of designing military transport modifications aircraft taking into account profound changes in the wing and in the power plant." Given the scientific provisions of this "Methodology ...": on the basis of the An-32 aircraft by profound changes in the power plant, ie. Using PW150 engines and increasing the mass of fuel in one and a half times, a modification of light PTS – An-132D with a load capacity of 9.1 t, with an increased range up to 2400 km, was created. and with a fuel efficiency figure of 222 g / t · km, higher than in the base model; on the basis of the passenger aircraft An-148 by deep changes and in the geometry of the wing, and in the power plant created a modification of the average PTS An-178 with a load capacity of 18 tons and a range of maximum load 1200 km, providing this modification "niche", not occupied competitors; ensuring the full advantage of the An-188 modification among its competitors is also based on profound changes: replacement of the D27 power plant with a CFM LEAP-1A turbofan; the use of a discrete geometric twist of the local wing chords, which ensured the range of this aircraft up to 3200 km with a load capacity of 47 t and significantly increased its readiness due to the use of turbofan engines. omparative evaluation of these MTS with their basic models shows that the staff of SE Antonov has honorably implemented part of the "State complex Program for the Development of the Aviation Industry of Ukraine until 2020" in the part of creation of competitive military transport aircraft.

Keywords: military airplanes of various purpose, modifications, characteristics of "cargo-range", competitiveness, transportation of goods, fuel efficiency, route performance, carrying capacity

© А. В. Лось, 2019

Введение. В Украине сложилась уникальная школа по созданию легких (Ан-26, Ан-32), средних (Ан-12, Ан-70) и тяжелых (Ан-22, Ан-124) военно-транспортных самолетов. Многолетняя практика их эксплуатации в нашей стране и в зарубежных странах убедительно доказала их конкурентоспособность, в особенности на рынках перевозок грузов гражданского и военного назначения [1, 2].

Однако неизбежным требованием времени стало дальнейшее их усовершенствования по параметрам увеличения рейсовой и часовой производительности, топливной эффективности, боеготовности и другим условиям конкурентоспособности [3, 4].

На момент появления «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» [5] мы имели наиболее эффективные самолеты:

- легкий транспортный самолет Ан-32 с грузоподъемностью 6,7 т и дальностью действия 800 км;
- оперативно-тактический ВТС с грузоподъемностью 30 т и дальностью действия при полной загрузке 4300 км;
- пассажирский региональный самолет Ан-148-100В с максимально полезной нагрузкой 9 т и дальностью её перевозки на 2600 км.

Усилиями всего коллектива ГП «Антонов» на базе этих самолетов спроектированы, изготовлены опытные образцы и частично прошли летные испытания такие их модификации, как Ан-132Д, Ан-178 и Ан-188, что является весомым вкладом в выполнение «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» [6 – 8].

Научные положения, использованные при проектировании Ан-132Д, Ан-178 и Ан-188. При проектировании этих модификаций использованы:

- огромный собственный опыт и материалы ГП «Антонов» как ведущей мировой фирмы по созданию ВТС различного назначения;
- результаты тщательного анализа американских, европейских и японских фирм, создающих самолеты-конкуренты в секторе легких, средних и тяжелых ВТС;
- новые научные разработки автора в виде моделей реализации глубоких модификационных изменений при геометрической перекомпоновке крыла и её согласования в условиях замены маршевых двигателей.

Такие положения являются научной основой «Методологии...», основная цель которой связана с непрерывным ростом рейсовой и часовой производительности нового самолета, т. е. с увеличением грузоподъемности, дальности действия и крейсерской скорости, а также с повышением топливной эффективности ВТС.

В рамках этой «Методологии...» разработаны модели:

- геометрической перекомпоновки крыла и всей системы несущих поверхностей «крыло + агрегаты

хвостового оперения» в целях снижения индуктивного сопротивления при заданной величине подъемной силы;

- согласования параметров модифицированного крыла с параметрами силовой установки при замене маршевых двигателей;

– обеспечения требуемой топливной эффективности уже на этапе предварительного проектирования на основе согласования изменений в крыле и в силовой установке.

Основным улучшением в исходной модели Ан-32 стал выбор нового маршевого двигателя PW150, что оказало существенное влияние на все основные летно-технические и экономические характеристики его модификации Ан-132Д.

При таком изменении в силовой установке основные параметры Ан-132Д составили:

- максимальная грузоподъемность 9,1 т;
- максимальная дальность с максимальной грузоподъемностью 1200 км;
- топливная эффективность 222 г/т·км в крейсерском полете с максимальной грузоподъемностью.

Кроме того, ВТС Ан-132Д обладает и рядом других преимуществ:

- переменные обороты воздушного винта $n_{\text{â}} = 850 \dots 1200 \text{ 1/â} / \text{1 1} ;$
- «тихое руление» при $n_{\text{â}} = 850 \text{ 1/â} / \text{1 1}$ в пределах аэродрома;
- чрезвычайный режим работы маршевого двигателя при отказе одного из двух не только при взлете, но и, если необходимость, на маршруте;
- значительно лучшие экологические показатели по вредным выбросам маршевого двигателя и шуму на местности.

Военно-транспортный самолет Ан-178 создан на базе пассажирского варианта Ан-148 с геометрической перекомпоновкой крыла и с заменой его маршевых двигателей типа Д36-5АФ на двигатель Д436-148FM, что обеспечило для ВТС Ан-178 увеличение максимальной грузоподъемности до 18 т и дальности действия (при максимальной грузоподъемности) до 1200 км, т. е. «нишу» конкурентоспособности, не занятую конкурентами-аналогами.

Рассматриваются несколько вариантов совершенствования этой модификации. Описание последующих конфигураций необходимо и для базовой модели, и для будущих вариантов, чтобы показать путь к успешному развитию этого самолета как типа.

Эта дифференциация позволяет расположить эти варианты в правильном порядке временной шкалы. Рассматриваемые варианты отличаются в основном введением новых систем и участием в их поставке хорошо зарекомендовавших себя смежных компаний (табл. 1).

Таблица 1 – Возможные изменения в системах среднего ВТС Ан-178

| | AN-178 | AN-178T | AN-178-111 |
|---|--------|---------|------------|
| Fuselage Фюзеляж | X | X | X |
| Wing Крыло | X | X | X |
| Empenage Оперение | X | X | X |
| Engines – Ivchenko-Progress Двигатели – Ивченко-Прогресс | X | X | |
| Engines – GE Двигатели – | | | X |
| Engine Mounting Ivchenko-Progress Установка двигателя Ивченко-Прогресс | X | X | |

Оперативно-тактический ВТС Ан-188 создан на базе отечественного Ан-70 в целях полного превосходства в сравнении с А400М и С-2 путем использования на этапе проектирования:

- замены в силовой установке турбовинтового двигателя Д27 на турбовентиляторный CFM LEAP 1A;
- дискретной геометрической крутки местных хорд крыла, чем реализовано существенное снижение индуктивного сопротивления.

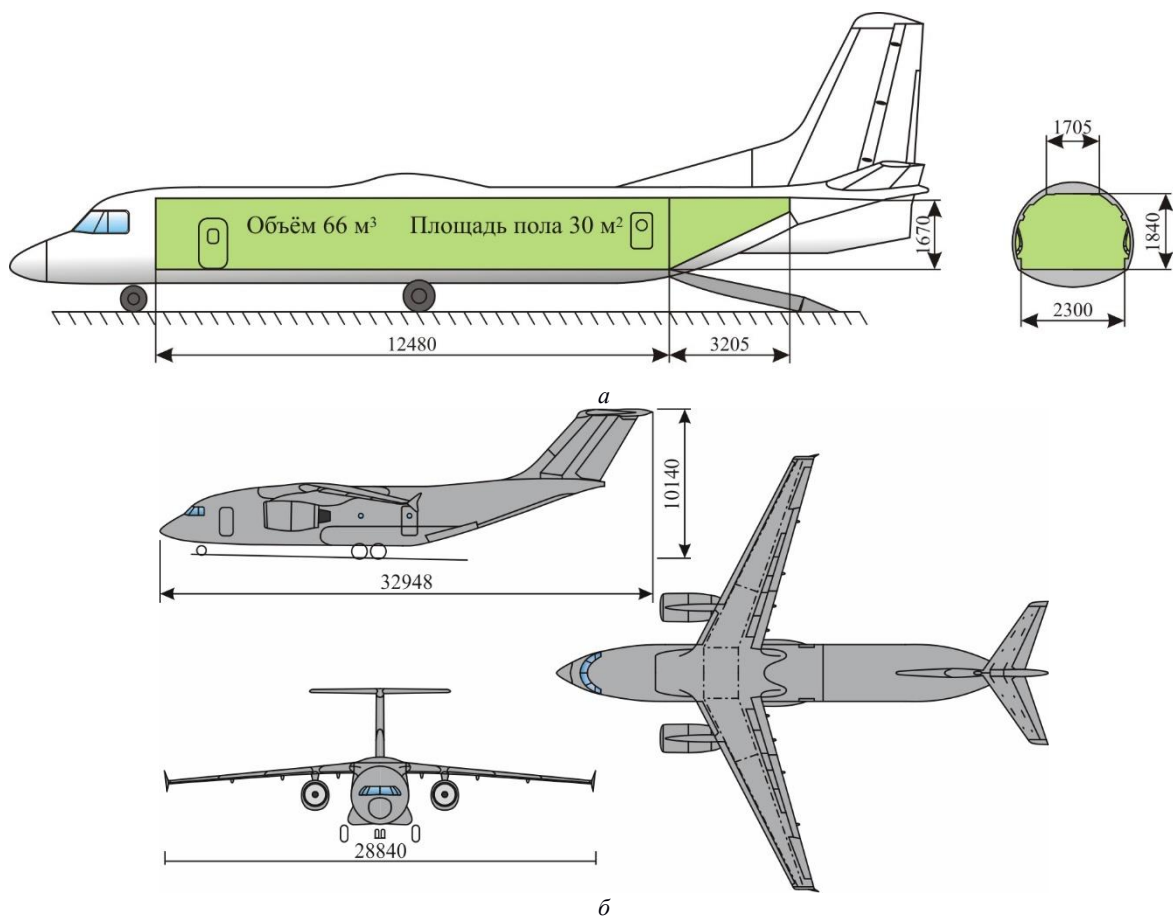


Рис. 1 – Современные военно-транспортные самолеты:
а – легкий Ан-132Д; б – средний Ан-178; в – оперативно-тактический Ан-188

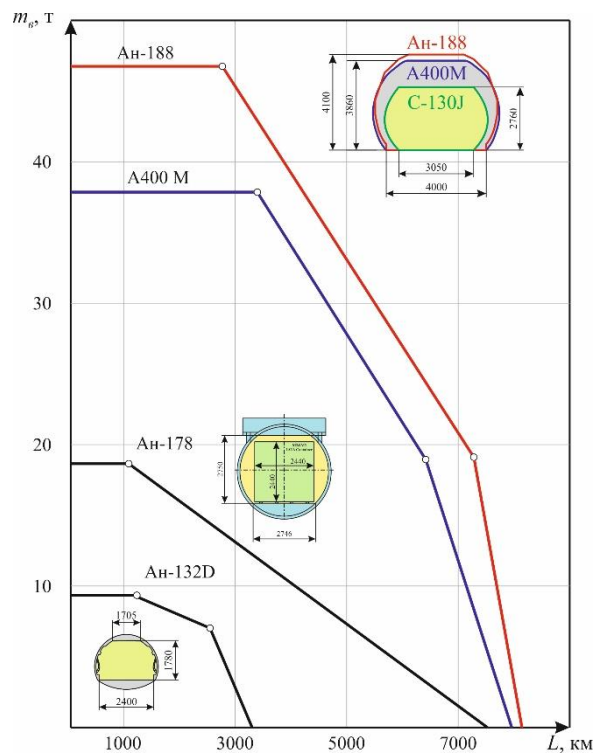


Рис. 2 – Характеристики «груз – дальность действия» модификаций отечественных ВТС, создаваемых в рамках реализации «Державної програми...»

Такое решение обеспечило превосходство этого самолета не только по грузоподъемности, но и по дальности действия и боеготовности.

Таким путем, с использованием моделей глубоких модификационных изменений в геометрии крыла и в силовой установке спроектированы ВТС: легкий – Ан-132Д, средний – Ан-178, оперативно-тактический – Ан-188 (рис. 1, 2).

Самолет Ан-188 с его непревзойденными характеристиками по грузоподъемности и габаритам грузовой кабины, по сравнению с А400М может стать важной альтернативой для новых заказчиков. Стратегия должна заключаться в том, чтобы не только предлагать Ан-188 в качестве единственного самолета, но и в сочетании с самолетами Ан-132/178. Поскольку Ан-188 является прототипом самолета Ан-70, серийное производство которого не было начато, необходимо провести подробный анализ, чтобы определить риски сертификации и производства, а также затраты в сочетании Ан-132Д, Ан-178 и Ан-188.

Выводы. В рамках реализации «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» колективом ГП «Антонов» созданы такие военно-транспортные самолеты: легкий – Ан-132Д, средний – Ан-178, оперативно-тактический – Ан-188.

В их создании на этапе предварительного проектирования использованы модели реализации глубоких модификационных изменений в геометрии крыла и в силовой установке при замене маршевых двигателей, а также модели согласования таких изменений.

С учетом такой концепции:

- на базе самолета Ан-32 путем глубоких изменений в силовой установке, т. е. использованием двигателей PW150 и увеличением массы топлива в полтора раза, создана модификация легкого ВТС Ан-132Д с грузоподъемностью, увеличенной до 9,1 т, с дальностью, увеличенной до 1200 км, при полной загрузке и с показателем топливной эффективности 222 г/т·км, что выше, чем у базовой модели;

- на базе пассажирского самолета Ан-148 путем глубоких изменений и в геометрии крыла, и в силовой установке создана модификация среднего ВТС Ан-178 с грузоподъемностью 18 т и дальностью действия при максимальной загрузке 1200 км, что обеспечивает этой модификации «нишу» использования, не занятую конкурентами-аналогами;

- обеспечение полного превосходства модификации Ан-188 среди конкурентов-аналогов базируется также на глубоких изменениях:

- замена в силовой установке ТВД Д27 на турбовентиляторный CFM LEAP-1A;

- использование дискретной геометрической кривки местных хорд крыла, что обеспечило дальность действия этого самолета до 3200 км при грузоподъемности 47 т и существенно повысило его боеготовность вследствие применения турбовентиляторных двигателей.

Сравнение этих ВТС с их базовыми моделями показывает, что коллектив ГП «Антонов» с честью реализовал часть «Державної комплексної програми розвитку авіаційної промисловості України до 2020 року» в направлении развития военно-транспортной авиации в Украине.

Список литературы

1. Балабуев П. В. Основы общего проектирования самолетов с газотурбинными двигателями : учеб. пособие / П. В. Балабуев, С. А. Бычков, А. Г. Гребеников. Харьков : ХАИ, 2003. – Ч. 2. – 389 с.
2. Богданов О. К. Альтернативные возможности создания тяжелого дальнего ВТС / О. К. Богданов и др. // ОКБ им. Антонова. Технический отчет № 8971. – 1971.
3. Горбулин В. П. Оборонно-промышленный комплекс Украины – современное состояние и реструктуризация / В. П. Горбулин, А. С. Довгопольский, О. И. Приходько // Технологические системы. – 2001. – Вып. 2 (8). – 2001. – С. 5-20.
4. Кривов Г. А. Мировая авиация на рубеже XX–XXI столетий. Промышленность, рынки / Г. А. Кривов, В. А. Матвиенко, Л. Ф. Афанасьева // Київ : Вища шк. 2003. – 295 с.
5. Державна комплексна програма розвитку авіаційної промисловості України до 2020 р. – Затв. Постановою Кабінету Міністрів України № 1665-25 від 12.12.2001 р.
6. AN-132D Preliminary ground and flight tests first stage. Технический акт № 132D.700.024.D3-117 ГП «Антонов», 2017. – 72 с.
7. AN-178 High level roadmap. ГП «Антонов», 2016. – 57 с.
8. Ан-188 Средний военно-транспортный самолет укороченного взлета и посадки ГП «Антонов». – Киев, 2018. – 118 с.

References (transliterated)

1. Balabuev P. V. *Osnovy obshhego proektirovaniya samoletov s gazoturbinnymi dvigateljami: ucheb. posobie* / P. V. Balabuev, S. A. Bychkov, A. G. Grebenikov // Har'kov: HAI, 2003. – Ch. 2 – 389 p.
2. Bogdanov, O. K. *Al'ternativnye vozmozhnosti sozdaniya tzhelogo dal'nego VTS* / O. K. Bogdanov, V. F. Eroshin i dr. // OKB im. Antonova. Tehnicheskij otchet № 8971. – 1971.
3. Gorbulin, V. P. *Oboronno-promyshlennyj kompleks Ukrainy – sovremennoe sostojanie i restruktizacija* / V. P. Gorbulin, A. S. Dovgopol'skij, O. I. Prihod'ko // Tehnologicheskie sistemy. – 2001. Vyp. 2 (8). – 2001. – P. 5–20.
4. Krivov, G. A. *Mirovaja aviacija na rubezhe XX-XXI stoletij. Promyshlennost', rynki* / G. A. Krivov, V. A. Matvienko, L. F. Afanas'eva // K.: KVShh, 2003. – 295 p.
5. Derzhavna kompleksna programa rozvitku aviacijnoi promislivosti Ukraïni do 2020 r. – Zatv. Postanovoju Kabinetu Ministriv Ukraïni № 1665 – 25 vid 12.12.2001 r.
6. AN-132D Preliminary ground and flight tests first stage. Tehnicheskij akt № 132D.700.024.D3-117 GP «Antonov», 2017. – 72 p.
7. AN-178 High level roadmap. GP «Antonov», 2016. – 57 p.
8. An-188 Srednij voenno-transportnyj samolet ukorochenogo vzleta i posadki [Tekst] GP «Antonov». – Kiev, 2018. – 118 p.

Поступила (received) 18.12.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Лось Александр Васильевич (Лось Олександр Васильович, Los Aleksandr Vasilyevich) – канд. техн. наук, вице-президент ГП «Антонов», Киев, Украина, ул. Туполева 2, e-mail: systems.an@ukr.net, <http://orsid.org|0000-000-3848-6734>