

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ САМОЛЁТА АРКТИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

© 2017

- Н. М. Куприков** кандидат технических наук, ассистент кафедры «Проектирование самолётов»; Московский авиационный институт, (национальный исследовательский университет);  
[nkuprikov@mai.ru](mailto:nkuprikov@mai.ru)
- О. С. Долгов** доктор технических наук, профессор кафедры «Проектирование самолётов»; Московский авиационный институт, (национальный исследовательский университет);  
[dolgov@mai.ru](mailto:dolgov@mai.ru)
- М. Ю. Куприков** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная графика»; Московский авиационный институт, (национальный исследовательский университет);  
[kuprikov@mai.ru](mailto:kuprikov@mai.ru)
- Б. В. Иванов** кандидат географических наук, начальник лаборатории; Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург;  
[b\\_ivanov@aari.ru](mailto:b_ivanov@aari.ru)

Рассмотрены некоторые вопросы создания самолёта арктического базирования. Географическое расположение Российской Федерации обуславливает региональную обособленность регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока, которые более чем на 40% территорий являются труднодоступными. Необходимость освоения перспективных Северных регионов Российской Федерации требует развития транспортной инфраструктуры и устанавливает специфические требования к характеристикам региональных самолётов, что требует создания новой методологии формирования проектно-конструкторских решений. Позиционирование Арктической территории как исключительной экономической зоны Российской Федерации требует в первую очередь развития региональной транспортной сети, в том числе грузовых и пассажирских авиаперевозок для устойчивого развития региона. Современный подход к проектированию должен базироваться на требованиях арктической эксплуатации, инфраструктурно-климатических ограничениях и использовании научно-методического обеспечения, включающего методики, программы моментно-инерционного анализа и алгоритмы структурно-параметрического анализа самолётов арктического базирования с учётом выбора рациональной моментно-инерционной компоновки. Результатом синтеза ограничений и потребных характеристик является самолёт, предназначенный для арктического базирования и способный успешно и безопасно выполнять транспортные задачи в Арктической зоне Российской Федерации.

*Самолёт арктического базирования; проектирование; требования эксплуатации; инфраструктурно-климатические ограничения.*

---

**Цитирование:** Куприков Н.М., Долгов О.С., Куприков М.Ю., Иванов Б.В. Некоторые вопросы создания самолёта арктического базирования // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2017. Т. 16, № 1. С. 42-50. DOI: 10.18287/2541-7533-2017-16-1-42-50

### Введение

Рост активности полярных регионов РФ зависит от наличия в авиапарке отечественной авиационной техники специализированных самолётов для полярной эксплуатации [1;2].

Географическое расположение Российской Федерации выделяет ярко выраженную региональную обособленность Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

В России более 40% территорий являются труднодоступными и удалёнными регионами заполярья – Арктики, что требует использования авиационной техники (самолётов и вертолётов) для обеспечения бесперебойного авиационного сообщения и транспортной доступности АЗРФ. В этих регионах, как нигде, актуальны вопросы увеличения объёма пассажирских и грузовых перевозок, повышения экономичности и надёжности эксплуатации в условиях жёстких инфраструктурно-климатических ограничений (ИКО).

Решение задачи бесперебойного авиационного сообщения и транспортной доступности районов Крайнего Севера и Дальнего Востока является компромиссом лётно-технических и эксплуатационных характеристик летательного аппарата.

Сегодня выполнение транспортной задачи в Арктическом регионе обеспечивается с помощью устаревшего парка самолётов, а также путём разработки новых перспективных самолётов, предназначенных для полярной эксплуатации (рис. 1).

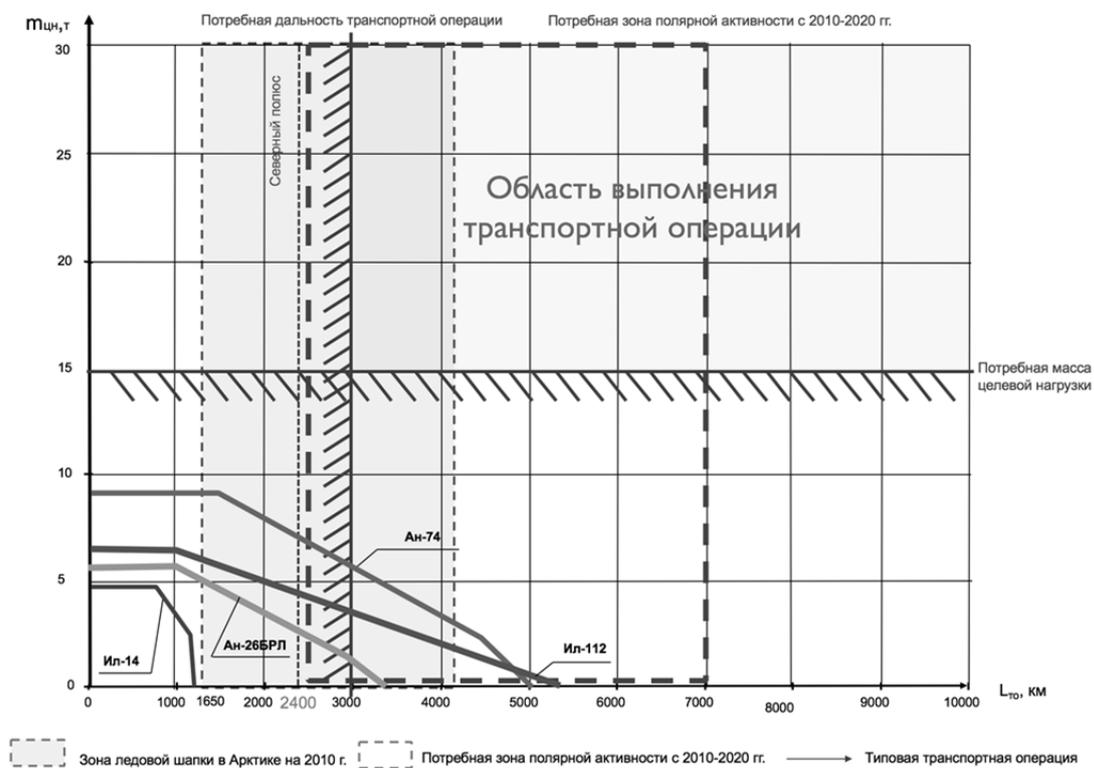


Рис. 1. Эксплуатация самолётов в Арктической зоне Российской Федерации

### Анализ ситуации

Опыт развития отечественной авиации в 1940-1980 годах показывает непосредственную связь между уровнем развития авиационной техники и авиатранспортной сети в труднодоступных и отдалённых регионах и степенью развития и освоения полярных регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока, являющихся АЗРФ (рис. 2).

Позиционирование арктических территорий как исключительной экономической зоны Российской Федерации [6] требует развития региональной транспортной сети, в том числе грузовых и пассажирских авиаперевозок.

В августе 2014 года Президент Российской Федерации Владимир Путин заявил: «Россия должна больше внимания уделить укреплению позиций в Арктике, поскольку этот регион представляет сосредоточение интересов страны во многих сферах. Арктика является важнейшим и очень перспективным регионом России, а помимо сырья, он ещё и исключительно удобен для развития транспортной инфраструктуры».

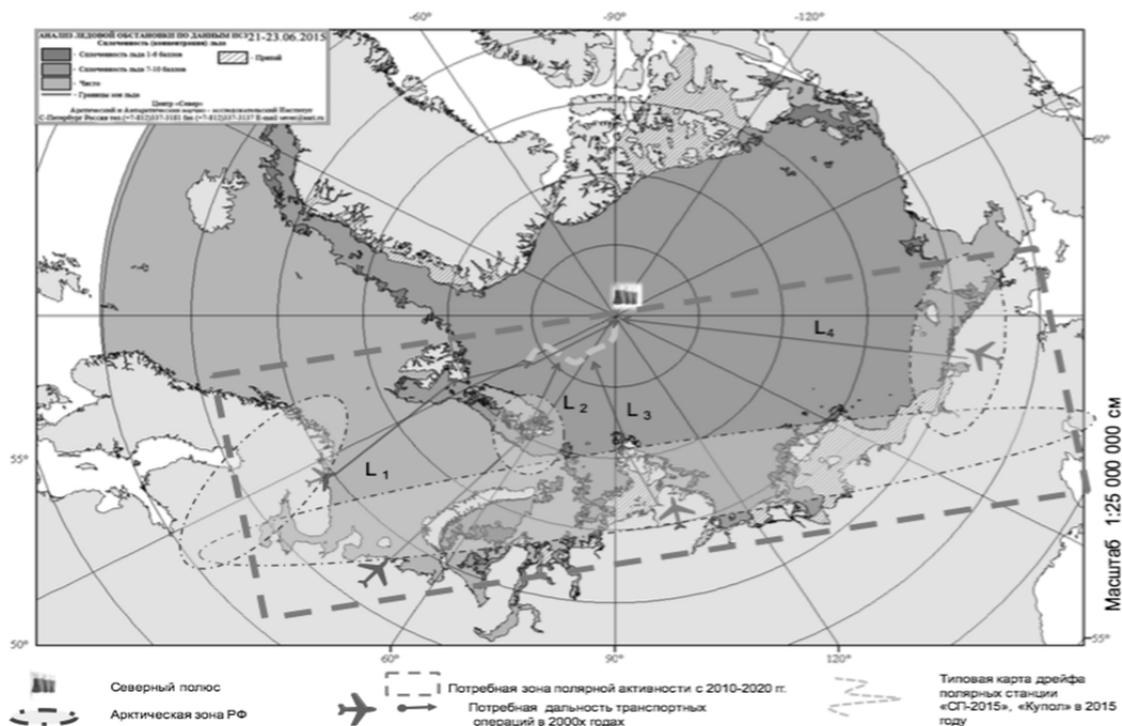


Рис. 2. Арктическая зона на территории России (Источник: Центр «Север» ААНИИ) (Россия)

В утверждённой 20 февраля 2013 года Президентом РФ «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года» отмечается дефицит самолётов и технологических возможностей по изучению, освоению и использованию арктических пространств и ресурсов, недостаточная готовность к переходу на инновационный путь развития АЗРФ. В связи с этим важно отметить, что создание новых российских самолётов Ил-112 для эксплуатации в Арктике находится под контролем Военно-промышленной комиссии РФ.

В целях модернизации и развития инфраструктуры арктической транспортной системы, обеспечивающей сохранение Северного морского пути (СМП) как единой национальной транспортной магистрали РФ, предусматривается:

- совершенствование транспортной инфраструктуры в регионах освоения арктического континентального шельфа в целях диверсификации основных маршрутов поставки российских углеводородов на мировые рынки;
- формирование современных транспортно-логистических узлов обеспечения магистральных и международных перевозок на базе аэропортов федерального значения и региональных аэропортов малой интенсивности полётов;
- создание и развитие системы комплексной безопасности арктического судоходства, управления транспортными потоками в районах интенсивного движения судов, включая навигационно-гидрографическое, гидрометеорологическое, ледокольное и иные виды обеспечения, создание комплексных аварийно-спасательных центров;
- развитие эффективной системы авиационного обслуживания арктических районов, включая реконструкцию и модернизацию аэропортовой сети вдоль трассы СМП;
- развитие малой авиации с целью удовлетворения потребностей в воздушных перевозках и обеспечения их доступности в Арктической зоне Российской Федерации.

### Условия арктического базирования

Развитие присутствия РФ в Арктике оправдано ресурсами, логистикой и стратегическими возможностями, которые открываются для экономики АЗРФ. Таким образом, разрабатываемая система обслуживания инфраструктуры СМП и арктических архипелагов (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новосибирские острова) требует, в свою очередь, решения ряда стратегических задач, связанных с труднодоступностью регионов АЗРФ [4], а также обусловленных изменением ИКО.

Наблюдаемое в настоящее время изменение климата арктических архипелагов и ледовых условий на трассе СМП происходит в результате ускоренного глобального потепления и изменения климата Арктики, что существенным образом сказывается на виде и характере транспортной операции (рис. 3).

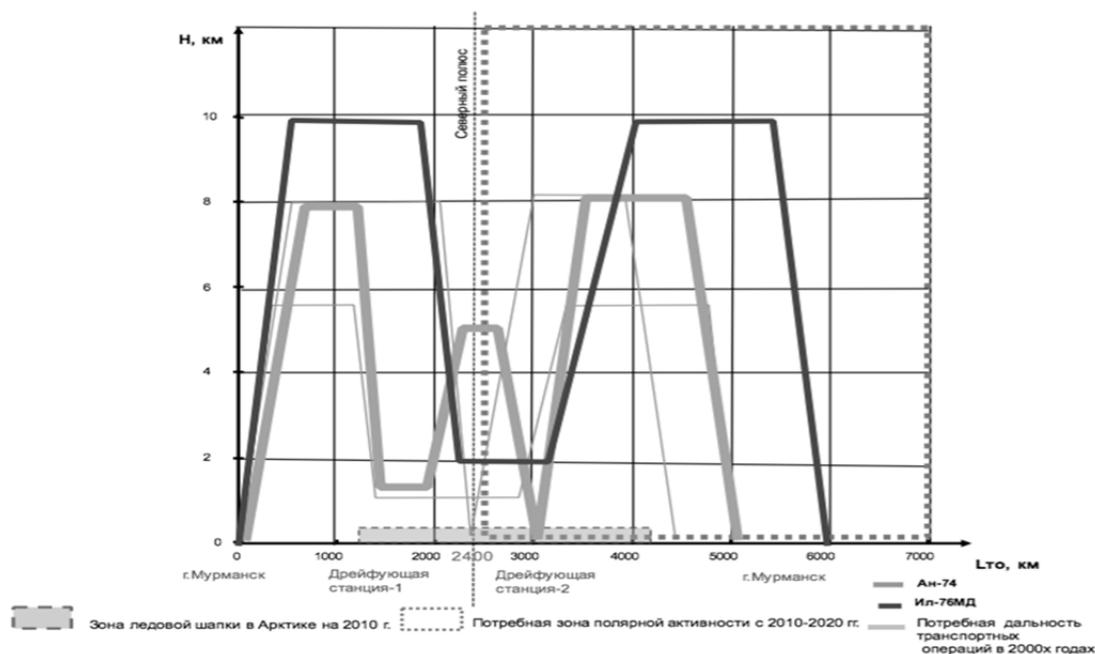


Рис. 3. Профили полёта при выполнении современных транспортных операций в Арктике

Климат в Арктике и компоненты природной среды архипелагов чутко реагируют на климатические изменения различных временных масштабов. Наиболее ярким индикатором прошлых и текущих изменений является температурный режим приземного слоя воздуха, циркуляция атмосферы и состояние ледяного покрова. Это обусловило изменение требований к транспортным операциям в Арктике, что, в свою очередь, приводит к изменению облика транспортной авиации [4].

Использование ледовой авиаразведки и технологий дистанционного зондирования Земли [4;5] позволило составить детальные ледовые карты дрейфа морского льда в Арктике. Данные технологии позволяют наглядно изучить динамику образования ледяного покрова и выработать проектные рекомендации для перспективной авиационной техники, предназначенной для эксплуатации в Арктике [4;11] с учётом ИКО, изменяющейся толщины и площади ледяного покрова.

Толщина льда и площадь ледяного покрова являются основными инфраструктурными ограничениями (рис. 4) самолётов арктического базирования (САБ) [4], так как остальные требования к полётам при экстремальных (отрицательных) температурах (например, требования по обледенению или навигации) могут быть удовлетворены за счёт применения дополнительного авиационного и радионавигационного оборудования.

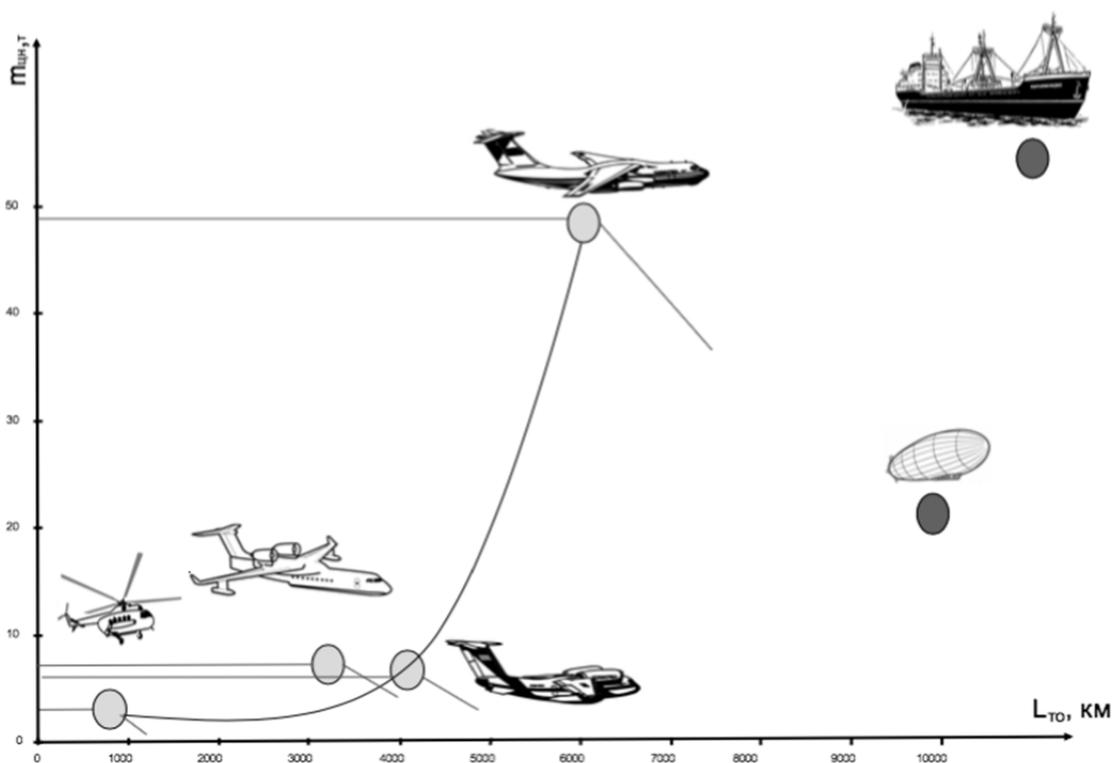


Рис. 4. Сравнительная характеристика различных видов транспорта, применяемых в АЗРФ для доставки грузов

Толщина льда и площадь ледяного покрова являются динамически изменяемыми величинами, и анализ изменения ледовой обстановки в Арктике с 1950 года позволяет сделать прогноз об уменьшении или практически полном таянии ледовой шапки российского сектора Арктики к 2090 году.

Эти процессы связаны с тем, что вдоль СМП (северо-западный проход) морские и океанические течения приводят к дрейфу льда от Баренцева моря до Берингова пролива, в то время как в районе северо-западного прохода у берегов Гренландии, Канады и США льды образуют статичные ледовые поля или дрейфуют внутри ограниченной замкнутой зоны. Разность климатических зон является предпосылкой для появления «ледовых островов» (айсбергов) [9].

Опыт и наработки Арктического и Антарктического НИИ легли в основу научно-методического обеспечения, на основании которого было разработано «Руководство по производству ледовой авиаразведки» [10]. Тенденция сокращения толщины льда и площади ледяного покрова приводит к необходимости изменения требований полярной эксплуатации, обозначенных в разделе 9.1.1 [10].

Эксплуатация различных видов транспортных средств в Арктике (рис. 4) зависит от инфраструктурно-климатических ограничений, требований по дальности перевозки и габаритно-массовых характеристик.

## Современная ситуация

Существующие самолёты, сконструированные и произведённые в период 1950-1980 годов, уже не могут эффективно выполнять арктические транспортные операции.

Научно-методическое обеспечение, разработанное в период 1950-1970 годов, устарело, изменились граничные условия эксплуатации в регионе и геополитическая обстановка. Развитие авиационной техники (Ил-14, Ан-12 и Ан-74) в 1950-1980 годах происходило с учётом требований универсальности среднесрочной эксплуатации в Арктике.

В настоящее время воспользоваться научным заделом КБ «Антонова» (Украина) не представляется возможным. Работы по модернизации специального полярного самолёта Ан-74Т остановлены.

Создание новых самолётов, предназначенных для освоения арктического региона в условиях ИКО, на основании проведённых исследований требует решения ряда научно-технических задач:

- удовлетворение требованиям экономичности;
- учёт ИКО в местах предполагаемого базирования [10] самолёта в регионах АЗРФ;
- удовлетворение требованиям организации перевозок пассажиров и груза в экстремальных погодных условиях;
- осуществление укороченного взлёта и посадки с неподготовленных взлётно-посадочных полос [7;8];
- обеспечение ремонтпригодности в полевых условиях Арктики.

Многообразие задач, стоящих перед проектными организациями при создании САБ, приводит к необходимости разработки научно-методического обеспечения, отвечающего современным условиям полярной эксплуатации и арктической инфраструктуры.

В связи с эксплуатацией в сложных метеорологических условиях к авиационной технике предъявляются повышенные требования по дублированию и надёжности в области навигации, радиосвязи, систем управления, аварийного спасения.

Анализ известных проектно-конструкторских решений показал, что для создания успешного образца САБ необходимо решение задачи формирования облика самолёта на основе выбора рациональных вариантов внутренней компоновки с точки зрения размещения полезной нагрузки и топлива [4].

Расположение резервных запасов топлива и массы целевой нагрузки влияет на систему управления и приводит к значительному изменению моментно-инерционного облика как в течение полёта, так и при выполнении цикла транспортных задач [3].

Это подтверждает актуальность задачи разработки научно-методического обеспечения для проведения комплексных исследований по выявлению рациональных конструктивно-компоновочных решений на базе математического моделирования с использованием ЭВМ и средств машинной графики.

Предпосылкой для решения этой задачи является опыт разработки региональных самолётов и самолётов специального назначения.

## Заключение

При формировании облика САБ необходимо уделять внимание тензору трансформации инфраструктурно-климатических ограничений и условиям эксплуатации, так как именно они являются определяющими.

При проектировании самолётов арктического базирования необходимо использовать научно-методическое обеспечение, включающее методики, программы моментно-инерционного анализа и алгоритмы структурно-параметрического анализа с учётом выбора рациональной моментно-инерционной компоновки.

Работа выполнена при государственной поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – докторов наук (МД-6177.2016.8) и стипендии Президента Российской Федерации для молодых учёных и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-1895.2015.1).

### **Библиографический список**

1. Авиационные правила. Часть 25. Нормы лётной годности самолётов транспортной категории. М.: Лётно-исследовательский институт им. М. М. Громова, 1994. 321 с.
2. Авиационные правила. Часть 34. Охрана окружающей среды. Эмиссия загрязняющих веществ авиационными двигателями. Нормы и испытания. М.: Авиаиздат, 2003. 84 с.
3. Долгов О.С., Куприков М.Ю., Куприков Н.М. Особенности выявления моментно-инерционного облика перспективных самолётов на ранних этапах проектирования // Вестник Московского авиационного института. 2010. Т. 17, № 2. С. 1.
4. Куприков Н.М. Учёт требований эксплуатации в Арктике на облик летательного аппарата как основа повышения конкурентоспособности на мировом рынке // Вестник Академии военных наук. 2012. № 3 (40). С. 120-123.
5. Куприков Н.М., Журавский Д.М., Малыгин Д.В., Иванов Б.В., Павлов А.К., Салахов И.Р., Рипецкий А.В. Перспективные космические аппаратно-программные комплексы для повышения конкурентоспособности крупных инфраструктурных проектов в Арктическом регионе и на Дальнем Востоке // Вестник Казанского государственного технического университета имени А. Н. Туполева. 2014. № 3. С. 47-53.
6. Кукушкина А.В. Экологическая безопасность, разоружение и военная деятельность государств: Международно-правовые аспекты. М.: ЛКИ, 2008. 176 с.
7. Концепция развития аэродромной (аэропортовой) сети Российской Федерации на период до 2020 г. <http://strategy-center.ru/page.php?vrub=inf&vparid=675&vid=937&lang=rus>
8. Кубышкин Н.В., Скутин А.А., Наумов А.К. Оценка морфометрических характеристик айсбергов Баренцева моря по натурным данным для моделирования их дрейфа // Сб. трудов 10-й международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO / CIS OFFSHORE 2011). СПб.: Химиздат, 2011. С. 519-521.
9. Конвенция о международной гражданской авиации. Приложение 16. Охрана окружающей среды. Т. 2. Эмиссия авиационных двигателей. Международная организация гражданской авиации, 2008. 118 с.
10. Руководство по производству ледовой авиаразведки. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 240 с.
11. Румянцев А.Л., Клейн А.Э. Использование беспилотных авиационных комплексов в работах ААНИИ // Российские полярные исследования. 2014. № 1 (15). С. 32-35.

## DESIGN AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF TRANSPORT AIRPLANE FOR ARCTIC EXPLORATION

© 2017

- N. M. Kuprikov** Candidate of Science (Engineering), Assistant Professor of the Department of Aircraft Design;  
Moscow Aviation Institute, (National Research University), Moscow, Russian Federation;  
[nkuprikov@mai.ru](mailto:nkuprikov@mai.ru)
- O. S. Dolgov** Professor of the Department of Aircraft Design;  
Moscow Aviation Institute, (National Research University), Moscow, Russian Federation;  
[dolgov@mai.ru](mailto:dolgov@mai.ru)
- M. Yu. Kuprikov** Professor, Head of the Department of Engineering Graphics;  
Moscow Aviation Institute, (National Research University), Moscow, Russian Federation;  
[kuprikov@mai.ru](mailto:kuprikov@mai.ru)
- B. V. Ivanov** Candidate of Science (Geography), Head of laboratory;  
Arctic & Antarctic Scientific-Research Institute, St. Petersburg, Russian Federation;  
[b\\_ivanov@aari.ru](mailto:b_ivanov@aari.ru)

The geographic location of the Russian Federation determines regional apartness of the Arctic and Far East territories which are mostly isolated. The necessity of development of the Russian North Polar regions calls for the development of transport infrastructure and specifies requirements to flight characteristics of regional airplanes, which requires new research and development solutions. Positioning the Arctic territory as an exclusive economic zone on the world political arena necessitates the development of the regional transport network including all-cargo and passenger services for sustainable development of the region. An up-to-date approach to aircraft design should be based on Arctic exploitation requirements, infrastructure-climate limitations and design methods that include methods of moment-inertia analysis, structural-parametric analysis of Arctic-based aircraft taking into account the choice of rational moment-inertia configuration. Synthesizing the limitations and required operation characteristics we designed an Arctic-based airplane that can perform transport operations in the Russian Arctic zone safely and successfully.

*Arctic-based aircraft; North Pole; design; aircraft performance characteristics; application requirements; infrastructure-and-climate limitations.*

---

*Citation:* Kuprikov N.M., Dolgov O.S., Kuprikov M.Yu., Ivanov B.V. Design and technical characteristics of transport airplane for arctic exploration. *Vestnik of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering*. 2017. V. 16, no. 1. P. 42-50. DOI: 10.18287/2541-7533-2017-16-1-42-50

### References

1. Aviation Regulations. Part 25. Airworthiness standards for transport category aircraft. Moscow: M.M. Gromov Flight Research Institute Publ., 1994. 321 p. (In Russ.)
2. Aviation Regulations. Part 34. Environmental control. Engine pollutant emission. Test code. Moscow: Avaizdat Publ., 2003. 84 p. (In Russ.)
3. Dolgov O.S., Kuprikov M.Yu., Kuprikov N.M. Features detection of moment-inertia shape future aircraft in the early stages of design. *Vestnik Moskovskogo Aviatsionnogo Instituta*. 2010. V. 17, no. 2. P. 1. (In Russ.)
4. Kuprikov N.M. The accounting of requirements of operation in the arctic on the aircraft design as a basis of competitiveness growth on the world market. *Vestnik Akademii voyennykh nauk*. 2012. No. 3 (40). P. 120-123. (In Russ.)

5. Kuprikov N.M., Zhuravskiy D.M., Malygin D.V., Ivanov B.V., Pavlov A.K., Salakhov I.R., Ripetskiy A.V. Perspective satellite systems and software to improve the competitiveness of major infrastructure projects in the arctic region and the far east. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni A.N. Tupoleva*. 2014. No. 3. P. 47-53. (In Russ.)

6. Kukushkina A.V. *Ekologicheskaya bezopastnost', razoruzheniye i voyennaya deyatel'nost' gosudarstv: Mezhdunarodno-pravovye aspekty* [Ecological safety, disarmament and military activities of states: International legal aspects]. Moscow: LKI Publ., 2008. 176 p.

7. *Kontseptsiya razvitiya aerodromnoy (aeroportovoy) seti Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda* [Concept of development of the aerodrome network of the Russian Federation for the period of up to 2020]. Available at: <http://strategy-center.ru/page.php?vrub=inf&vparid=675&vid=937&lang=rus>

8. Kubyshkin N.V., Skutin A.A., Naumov A.K. Otsenka morfometricheskikh harakteristik aysbergov Barentseva moray po naturnym dannym dlya modelirovaniya ikh dreyfa. *Proceedings of the 10th International Conference and Exhibition for Oil and Gas Resources Development of the Russian Arctic and CIS Continental Shelf (RAO / CIS Offshore 2011)*. SPb.: Khimizdat Publ., 2011. P. 519-521. (In Russ.)

9. Convention on International Civil Aviation. Appendix 16. Environmental control. V. 2 Aircraft engine emission. International Civil Aviation Organization, 2008. 118 p. (In Russ.)

10. *Rukovodstvo po proizvodstvu ledovoy aviarazvedki* [Polar Research Manual]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1981. 240 p.

11. Rumyantsev A.L., Kleyn A.E. Use of remotely piloted air systems in the works of AARI (Arctic and Antarctic Research Institute) // *Rossiyskie polyarnye issledovaniya*. 2014. No. 1 (15). P. 32-35. (In Russ.)