

ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
д.т.н. Пухова Андрея Александровича
на диссертационную работу Куприкова Н.М.

**«Структурно-параметрический анализ влияния моментно-инерционного фактора на облик самолета арктического базирования»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук**

по специальности

05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки).

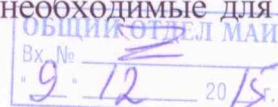
Перспективным направлением организации и поддержки транспортной мобильности является создание перспективных самолетов арктического базирования. Однако, создание таких самолетов требует решения специфических задач по формированию облика самолёта в условиях удовлетворения требованиям полярной эксплуатации и накладываемых инфраструктурно-климатических условий арктического базирования при ограничении величины моментов инерции I_{y0z} , что позволит снизить массу планера самолёта.

В своей работе Куприков Н.М. не только четко сформулировал новую проектную задачу, но и предложил научно-методическое обеспечение для структурно-параметрического анализа моментно-инерционного облика самолётов арктического базирования.

Диссертационная работа Куприкова Н.М. вносит существенный вклад в решение актуальной задачи формирования моментно-инерционного облика самолета с учетом структуры и параметров системы управления. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, библиографического списка и приложения.

Во введении и первой главе проводится обоснование актуальности вопросов рассмотренных в диссертации, анализируются проблемы и особенности формирования моментно-инерционного облика для различных типов самолетов, производится постановка задачи исследования, выявляется место и роль поставленной задачи исследования в рамках процесса проектирования самолетов.

Во второй главе представлена разработка моделей агрегатов самолета для арктической эксплуатации, являющихся более адаптивными и позволяющие интерпретировать ограничения и требования необходимые для



удовлетворения при создании перспективной авиационной техники и особенно САБ.

В третьей главе проведен синтез проектных методов формирования моментно-инерционного облика самолета, как инструмента проведения проектных исследований по формированию облика САБ с учётом вектора трансформации ИКО.

В четвертой главе рассмотрены алгоритмы моментно-инерционного анализа компоновки самолета при базировании в полярных условиях, разработаны подпрограммы и включены в систему автоматизированного ФОС, позволяющие производить оценку и синтез моментно-инерционного облика САБ на ранних этапах проектирования.

В пятой главе проведены проектные исследования влияния инфраструктурно-климатических условий эксплуатации на ЛТХ самолета, рассмотрены факторы и допущения, принятые в рамках исследования. Поиск новых схемных решений (X_1 , X_2 , X_3) обусловлен изменением ИКО, сокращением ледяного покрова и потребностью снижения массы пустого снаряженного САБ в период от 2025 до 2090 года.

Заключение содержит новые теоретические положения и практические рекомендации, разработанные в диссертации.

В процессе решения поставленной задачи Н.М.Куприковым разработаны формально-эвристические методы решения задачи формирования моментно-инерционного облика перспективных самолетов с учетом структуры и параметров системы управления.

Научная новизна диссертации заключается в создании научно-методического обеспечения, состоящего из методик, алгоритмов и подпрограмм, позволяющих проводить формирование облика самолёта арктического базирования для освоения полярных регионов на ранних стадиях проектирования.

В данной диссертационной работе выявлены специфические задачи по формированию облика самолёта в условиях инфраструктурно-климатических ограничений арктического базирования при стабилизации плоскостных моментов инерции $I_{y_{0z}}$ (вдоль оси ОХ). По выявленным в результате анализа зависимостям, с использованием метода расчета моментов инерции самолёта, в первом приближении разработаны модели основных агрегатов.

Представлены новые закономерности между параметрами фюзеляжа самолёта арктического базирования и моментно-инерционными характеристиками самолёта арктического базирования.

Видимые, наиболее существенные результаты, полученным лично соискателем ученой степени:

1. Предложен новый метод по формированию компоновочной схемы самолета в условиях инфраструктурно-климатических ограничений арктического базирования при минимизации плоскостного момента инерции относительно I_{yOz} (вдоль оси ОХ) на основе решения «обратной» задачи проектирования посредством сочетания трех методов: моментно-инерционного анализа, матрично-топологического и метода контрольных точек положен в основу научно-методического обеспечения формирования облика САБ.
2. Выявлены математические зависимости посадочной массы от толщины льда, что позволило применить их для анализа летно-технических характеристик самолета арктического базирования. Показано, что достоверность моделей в среднем составляет $\pm 7\%$. Определено, что при толщине льда 1,7м при полете на $R_{\text{потрб}}=1600-2000\text{км}$ транспортная операция может быть реализована самолетом с посадочной массой от $M_0=37-59\text{т}$, нормальной аэродинамической схемы с лыжным шасси, с двумя двигателями, расположенными на крыле.
3. Выявлены рациональные траектории полета и типовые маршруты выполнения полярной транспортной операции, что позволило сформулировать требования к ЛТХ САБ.
4. Определены основные этапы транспортной операции в Арктике. Необходимость выполнения транспортной операции на $R_{\text{потрб}}=1600-2000\text{км}$ требует учета изменения толщины льда с 3м до 1,7м, что приводит к уменьшению допустимой посадочной массы с $M_0=59-37\text{т}$.
5. Разработаны процедуры компоновки палуб САБ на основе выбора рационального моментно-инерционного облика, что позволило адаптировать метод контрольных точек для определения внешнего контура.
6. На базе разработанных формально-эвристических моделей создана подсистема моментно-инерционного анализа. Программный комплекс «Моментно-инерционный фактор» зарегистрирован от 11.01.2011 года как программа для ЭВМ, присвоен Государственный регистрационный номер №2011610197.
7. Выявлены рациональные диапазоны размещения грузов на расстоянии 0,2-0,4% от центра масс, обеспечивающие получение рационального моментно-инерционного облика самолёта, что позволило снизить

общее увеличение взлетной массы в результате уменьшения доли массы, расположенной в зоне больших переносных моментов инерции.

8. Проведенный анализ результатов проектных исследований показал, что к 2050 году дальность полета возрастет до $R_{\text{потр}}=2400\text{км}$ при снижении посадочной массы до 50т, это потребует дополнительных мероприятий по снижению массы пустого снаряжённого самолёта за счет отказа от грузовой рампы.

Диссертационная работа Куприкова Н.М. имеет большое **практическое значение**, которое заключается в том, что на базе разработанных методик, процедур и моделей создана подсистема автоматизированной компоновки. Созданный программный комплекс может быть использован в НИИ и ОКБ авиационной промышленности, обеспечивая при этом сокращение трудоемкости проектирования при рассмотрении большего числа вариантов, а также при подготовке специалистов по проектированию самолетов в авиационных учебных заведениях.

Достоверность научных результатов, полученных в диссертации, основана на корректности математических моделей, вычислительных процедур и статистических данных, включенных в программы синтеза, что подтверждается результатами их апробации и тестирования на известных образцах авиационной техники и полученными при этом допустимыми расхождениями с характеристиками реальных прототипов (7%).

Куприков Н.М. в полной мере решил поставленную задачу и предложил метод структурно-параметрического анализа моментно-инерционного облика самолётов арктического базирования.

В качестве критических замечаний считаю необходимым отметить следующее. При проектировании самолета арктического базирования в условиях инфраструктурно-климатических ограничений необходимо учитывать что:

- длительное воздействие низких температур и солнечной активности на двигатели, бортовое оборудование и системы самолета формируют специфические условия поддержания летной годности самолетов арктического базирования;

- условия работы научного оборудования и средств ледовой авиаразведки в зависимости от шумового и вибрационного воздействия, что влияет на схему размещения двигателей, их удаленности от грузо-пассажирской кабины;

- требования безопасности научного персонала и воздушного судна, зависящие от схемы размещения двигателей, поскольку их возможное разрушение увеличивает тяжесть аварийной ситуации, а воздействие на топливную систему увеличивает вероятность возникновения пожара, что становится более важным в полярной эксплуатации при регулярных взлетах-посадках на дрейфующие ледовые массивы.

Эти замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнения основные выводы диссертации.

Диссертация написана ясным языком, чётко структурирована. Каждый раздел включает содержательные выводы, что облегчает понимание материала. Диссертация Н.М.Куприкова представляет собой законченную научную работу, выполненную на высоком теоретическом уровне и имеющую практическую ценность при формировании облика перспективных специальных самолетов.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

В целом работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Куприков Н.М. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки).

Директор проекта АО «Камов», д.т.н.

А.А.Пухов

Телефон рабочий: +7 (495)994-48-00 (403)

Адрес электронной почты: a.poukhov@kamov.ru

Почтовый адрес: 140007 Московская обл., Люберцы, ул. 8 Марта, 8а

Подпись А.А.Пухова, заверяю

Должность

руководитель проекта

МП

Директор

