

УДК 629.576

DOI 10.57112/E231-708

СИСТЕМНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ ЭКРАНОПЛАНОВ НА СЖИЖЕННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ ДЛЯ ТРАНСАРКТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Кованцев Роман Николаевич, kovancevroman@gmail.com

Пелипенко Роман Андреевич, pelipenkoroma@yandex.ru

Пелипенко Андрей Иванович, stream-a@yandex.ru

Аннотация:

В статье рассматривается возможность использования сжиженного природного газа в качестве энергоносителя для грузопассажирского экраноплана, предназначенного для перевозок в арктических регионах. Предлагаются основные конструктивные тактико-технические характеристики экраноплана, а также рассматривает варианты энергетических установок и конструктивные особенности двигателей. Кроме того, рассматриваются задачи по проектированию системы управления движением с элементами искусственного интеллекта и локальной сети бортовых вычислительных машин. Целью исследования является обоснование реальной потенциальности разработки технического задания на проектировании грузопассажирского экраноплана для перевозок в условиях Арктики с широким диапазоном областей применения при использовании сниженного природного газа в качестве энергоосновы.

Ключевые слова: арктический бассейн, бортовая система управления, сжиженный метан, перевозка, воздушная подушка, аэрокосмическая навигация, винтомоторная группа, топливная эффективность, турбина, качество энергоносителя.

Введение

Совокупность стратегических задач освоения арктических территорий нашего государства обуславливает целесообразность использования сжиженного природного газа (СПГ) в качестве энергоносителя для грузопассажирского экраноплана (ЭП) с перспективой его эксплуатации как на рокадных перевозках вдоль арктического побережья, так и на высокоширотных трансарктических маршрутах.

Оценка практической реализуемости предлагаемого исследования основана на комплексном решении системообразующих технических, технологических, экологических, логистических задач. Системное решение названных задач должно обеспечить синергетический эффект результативности проекта [3].

Выбор экраноплана в качестве транспортного средства, по нашему мнению, усиливает синергетизм использования СПГ в качестве энергоносителя для перевозок в арктическом бассейне.

В работе рассмотрены задачи по трем системообразующим направлениям.

Задача 1. Выбор основных конструктивных тактико-технических характеристик грузопассажирского экраноплана для арктических перевозок.

Предлагаются и обосновываются тактико-технические характеристики компоновки экраноплана по схеме «летающее крыло». Рассматриваются варианты энергетических установок, конструктивные особенности двигателей (управляемый вектор тяги), техническое обеспечение режимов взлета, посадки в том числе и аварийной. Ставятся задачи по проектированию системы управления движением с элементами «искусственного интеллекта» и локальной сетью бортовых вычислительных машин, в том числе однозадачных. Бортовая система управления решает задачи стабилизации бокового и продольного движения, безопасного маневрирования в нестационарных режимах движения, а аэрокосмической навигации.

Задача 2. Сравнительная оценка энергетической и экономической эффективности авиационного керосина и сжиженного природного газа в авиационном турбовинтовом двигателе и в модифицированном турбовинтовом двигателе, работающем на СПГ.

Сравнение проводится по показателям:

- Энергоэффективность вида топлива;
- Расход энергоносителя на единицу пути;
- Расход энергоносителя на тонну груза;
- Цена энергоносителей.

Задача 3. Логистическое обоснование эффективности эксплуатации экраноплана в арктическом бассейне.

Рассматриваются варианты маршрутов:

Мурманск – Сабетта – Диксон – Тикси – Чукотка;

Мурманск – Арктические острова – Чукотка.

Выбор пунктов постоянного базирования с оценкой перспективности поселка Сабетта, развитие обеспечивающей инфраструктуры п. Диксон, п. Тикси.

Геополитическую и экономическую перспективу развития высокоскоростных грузопассажирских перевозок должны обеспечить Тихоокеанские маршруты:

Камчатка, Охотское побережье, Курильские острова, о. Сахалин с пунктом заправки порт Корсаков.

Таким образом достигается расширение трансарктических перевозок до уровня трансконтинентальных. Целесообразно в дальнейшем оценить эффективность эксплуатации ЭП на СПГ в интересах Министерства обороны РФ в арктическом регионе.

*Публикация посвящается памяти выдающего конструктора
Ростислава Евгеньевича Алексева - советского кораблестроителя,
создателя судов на подводных крыльях и экранопланов.*

Выбор основных конструктивных тактико-технических характеристик

Основные положения:

- Наилучшими тяговыми и экономичными по топливу характеристиками на небольших скоростях полета обладает турбовинтовая схема двигателя [2].

- Высокие скорости полета экранопланов гражданского и коммерческого назначения не являются целесообразными, так как они сопровождаются значительными сопротивлениями воздушной среды приходящейся на площадь миделя корабля, что требует чрезмерных затрат топлива. С другой стороны слишком низкие скорости приводят к низкой эффективности конструкции из-за пониженной подъемной силы, приходящейся на единицу массы корабля.

- Высокие скорости полета формируют слишком высокие волновые динамические нагрузки на биологические объекты, которые могут находиться на льду или на поверхности воды.

Исходя из сказанного выше выбираем в качестве прототипа экраноплан «Орленок». Крейсерская скорость корабля 360 км/час (100 м/сек). Нагрузка на крыло 230 - 300 килограмм силы на метр квадратный (кгс/м²).

Согласно литературным данным, в том числе [1], известно, что наиболее эффективным для поддержания экранного эффекта является прямое, относительно тонкое крыло большого удлинения, плоское или несколько вогнутое в нижней части профиля. Известно, что наиболее высокое отношение подъемной силы к тяге (аэродинамическое качество K_a) возможно у экранопланов выполненных по схеме «летающее крыло». Таким образом, выбираем схему «летающее крыло», при этом крыло выбираем с удлинением 3,5 (отношение длины крыла к его хорде).

Выбор компоновки и размерных параметров экраноплана

Известно, что эффективность и устойчивость полета летательного аппарата созданного по схеме «летающее крыло» тем выше, чем больше его размеры. Это обусловлено следующими факторами:

- ограниченностью внутренних полезных объемов крыла;

- влиянием на экранный эффект неровностей поверхности - ледяных торосов и волн;

- влиянием на крыло воздушной турбулентности (небольшие крылья подвержены таким влияниям в большей степени);

- ограниченной скоростью звука в воздухе (большое по хорде и размаху крыло эффективнее удерживает воздух в экране).

Исходя из приведенных соображений нами было выбрано крыло с относительной толщиной профиля 12 %, хордой 40 метров, длиной крыла 140 метров. Номинальная грузоподъемная способность такого крыла составит около 1300 - 1600 тонн. Высота полета 8-12 метров, максимальная толщина крыла 4.8 метра.

Полет в режиме экрана сильно зависит от высоты над поверхностью, от угла атаки. С увеличением высоты экранный эффект быстро слабеет, при этом центр давления и фокус крыла смещаются вперед от 0,45 до 0,2 - 0,25 длины

хорды считая от носка крыла. Таким образом прямое крыло подвержено кабрирующему воздействию, тем более, что соображения целесообразности использования внутреннего объема обуславливают необходимость смещения центра масс крыла к оптимальному расстоянию около 0,4-0,5 длины хорды. Следовательно экраноплан на базе единственного главного крыла с выбранными параметрами построен быть не может, по причине невозможности обеспечения его устойчивостью по тангажу.

Для обеспечения устойчивости движения экраноплана следует ввести дополнительную пару стабилизирующих крыльев несущее усилие которых будет направленно вверх и вынесенных за пределы турбулизированной области за основным крылом. Тем самым создается активная поверхность для демпфирования угловой скорости изменения тангажа, стабилизации продольной устойчивости и обеспечения режима взлета. Активная поверхность компенсирует случайный кабрирующий момент и момент, возникающий при необходимости совершить подскок на неоптимальную высоту. В этом случае общая номинальная несущая способность всех крыльев должна составить 1400 - 1600 тонн.

На рисунке 1 приводится схема действующих моментов и сил. Плечо между подъемной силой главного крыла F_1 и весом P (силой веса приложенной к центру масс корабля) создает кабрирующий момент, который купируется моментом создаваемым на плече между центром масс и подъемной силой кормового крыла F_2 . Обе силы F_1, F_2 подъемные. При вынесении ЦМ вперед, силы были бы противодействующими, что снижало бы аэродинамическое качество корабля.

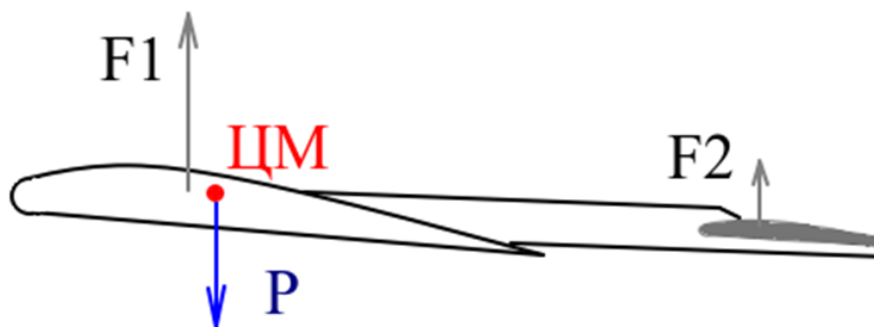


Рисунок 1 - Схема действующих моментов и сил

У предлагаемого экраноплана отсутствует присущее самолетной схеме «Орленка» аэродинамическое сопротивление. Отсутствует стабилизирующее тангаж усилие хвостового оперения, направленное против подъемной силы основного крыла (что резко снижало аэродинамическое качество «Орленка»), полностью отсутствует сопротивление фюзеляжа.

Кроме того, следует отметить что фюзеляж экранопланов классической схемы обладал качествами мореходности и снабжался реданом. Эти элементы

были наследием самолетов амфибий, по образцу которых создавались первые поколения экранопланов. В полете эти элементы фюзеляжа создают дополнительное аэродинамическое сопротивление за счет турбулентного обтекания резких обводов элементов корпуса фюзеляжа. Для предлагаемого экраноплана, в силу его масштабов, особенностей эксплуатации и базирования в закрытых бухтах, мореходные качества не требуются.

По данным из тех же массивов источников известно, что тяга стартовых двигателей должна составлять около 25 % веса экраноплана и отбрасываемую воздушную струю следует использовать для создания воздушной подушки под основным крылом. В нашем случае оценку 25 % следует считать завышенной, так как при разгоне отсутствует гидродинамическое сопротивление фюзеляжа, как это было на экраноплане «Орленок». Кроме того стартовые двигатели создают нагнетаемую подъемную подушку под всей площадью главного крыла экраноплана, чего было невозможно добиться для экранопланов классической фюзеляжной схемы. Принимаем общую тягу стартовых двигателей 400 тонн силы. На рисунке 2 приводится компоновочная схема корабля.

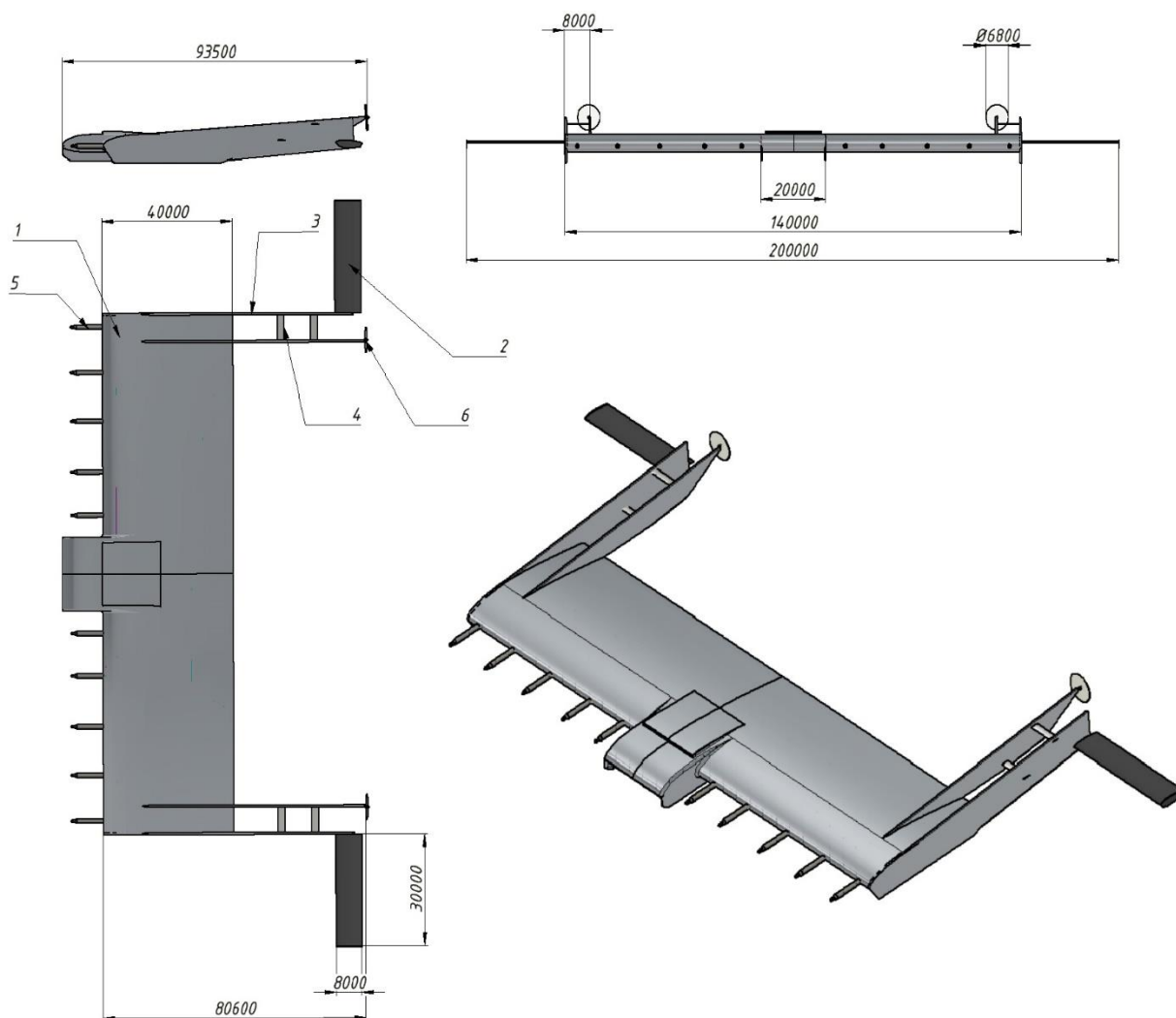


Рисунок 2 - Компоновочная схема корабля

- 1 – Главное крыло;
- 2 – Кормовое поворотное крыло;
- 3 – Пилоны кормового крыла и двигателя;
- 4 – Конструкционные переемычки с аэродинамической функцией;
- 5 – Пилоны стартовых движителей в маршевом положении;
- 6 – Маршевые движители.

Главное крыло (1) содержит центральный носовой наплыв, выступающий вперед, содержит регулируемые по высоте кормовые шайбы и шайбы центрального наплыва. Наплыв используется для балансировки корабля путем размещения в нем масс несъемных агрегатов. Шайбы необходимы для лучшего удержания подкрыльевой воздушной подушки и противодействия волновым и вихревым потерям. В передней кромке крыла (1) размещаются пилоны стартовых винтовых движителей (5). На рисунке 2 они представлены в маршевом состоянии, когда винты сложены и убраны под обшивку пилонов (5).

Вспомогательное кормовое крыло (2) поворотное, снабжено концевыми шайбами, в норме работает в неоптимальном режиме, переходя в экраный оптимум только в случае возникновения кабрирующего момента, для его купирования, говоря иначе, для демпфирования угловой скорости тангажа.

Кормовые пилоны (3) выполнены двойными для купирования большого вращательного момента от кормового крыла (2), воспринимаемого крайней секцией кормового пилона (3). Конструкционные переемычки (4) служат для силовой связи между пилонами (3) и снабжены аэродинамическими поверхностями, рекупирующими часть тяги, возникающей от расширения сжатой главным крылом (1) воздушной подушки, поток которой вырывается за задней кромкой крыла (1). Кроме создания тяги эти переемычки генерируют некоторую подъемную силу от того же эффекта. Во второй секции пилонов (3) размещается винтовая группа тягового винта (6) это маршевые движители.

Характеристики движителей

1. Маршевые винты: тяга первого уровня форсирования – 26 тс (тонна-сила), мощность на винте на первом уровне форсирования – 43300 л. с. (лошадиная сила), КПД винта 0,82, диаметр винта 6,8 м. Количество маршевых винтовых групп – 2, тяга первого уровня форсирования суммарная 52 тс, тяга номинальная суммарная 40 тс.

2. Стартовые винты: номинальная тяга 40 тс, два соосных винта, мощность на винте – 53400 л. с. КПД винта 0,78, диаметр 6 метров, количество стартовых винтовых групп – 10, суммарная тяга 400 тс.

Работа винтомоторной группы

Маршевые винты (6) переменного шага снабжаются автоматом перекося вертолетного типа, ось винта способна совершать вращения в вертикальной плоскости. Автомат перекося облегчает угловые перемещения винта и несколько

смещает вектор тяги относительно оси вращения. Эти возможности используются для управления вектором тяги маршевых двигателей. Таким образом вектор тяги маршевых двигателей становится ресурсом стабилизации и управления кораблем, чего ранее на экранопланах не делалось.

Стартовые винты (5) выполняются с поворотными осями, для управления вектором тяги на стартовом этапе и инициализации создания воздушного промежутка между водой и крылом (1). Винтовая группа (5) снабжается винтами регулируемого шага (ВРШ) для регулировки тяги винтов и обеспечения их бесступенчатого по общей тяге отключения по мере выхода на маршевый режим, и механизмом складывания лопастей для минимизации лобового сопротивления на маршевом режиме.

Двигатели

Для привода маршевых движителей и используется комбинированная установка (рисунок 3).

- 1 - Компрессор насосного турбоагрегата.
 - 2 - Камера сгорания.
 - 3 - Ступень турбины, являющаяся приводом компрессора 1.
 - 4 - Вторая ступень турбины.
 - 5 - Компрессор, приводимый в действие ступенью турбины 4.
 - 6 - Камера сгорания вторичной турбины.
 - 7 - Вторичная турбина (турбина привода движителя — винта).
 - 8 - Скоростной редуктор.
 - 9 - Винт (маршевый движитель).
- В - воздух, Г - горючее.

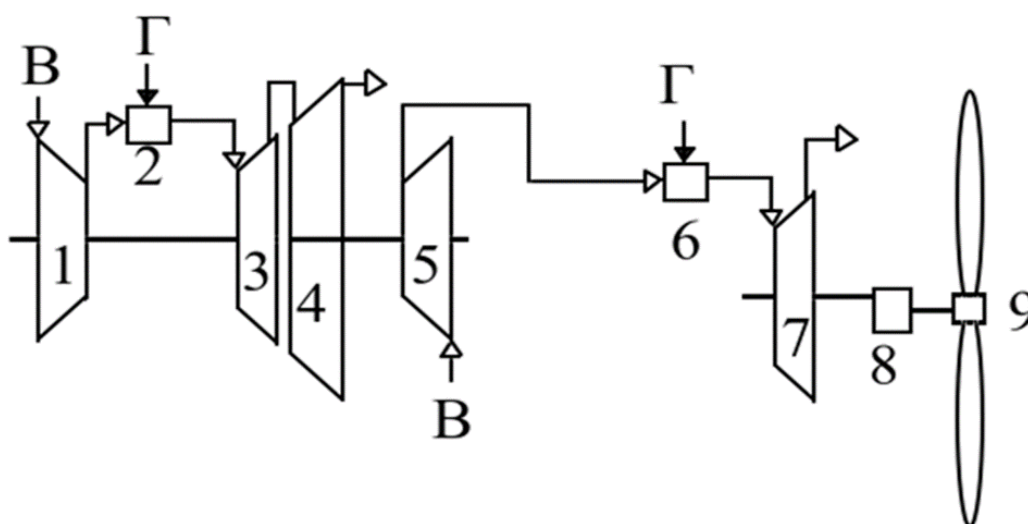


Рисунок 3 - Схема комбинированной установки привода маршевых движителей

Турбоагрегат 1-2-3, используется для привода компрессора 4-5. Полученный воздух под давлением 8-12 бар подается на привод турбины 7. Такая схема

позволяет получить наибольшую приемистость и разнести в пространстве составные части, что полезно с точки зрения балансировки корабля. Камера сгорания 6 вторичной турбины 7, используется для варьирования и форсирования турбины 7 и следовательно винта 9 по тяге. В норме подогрев воздуха в камере 6 компенсирует теплотери при передаче воздуха от компрессора 5 к турбине 8. Часть воздуха от турбины 5 может применяться для привода поворота по углу крыльев 2 (рисунок 2).

Номинальная мощность форсирования реализуется на вторичной турбине 7. Форсирование первой ступени применяется при необходимости отклонять вектор тяги винта на 30 град.

Для маршевой нагнетающей турбины 1-2-3, которая представляет собой турбокомпрессорный агрегат следует использовать турбину с максимальной степенью сжатия 45-52, высокая степень сжатия обеспечивает высокий КПД турбины, около 40 %, что сопоставимо с КПД автомобильного дизеля. Предполагаемый вес турбоагрегата 6,5 - 7 тонн. Мощность на первой ступени форсирования 55000 л. с. Общий расход топлива на двух маршевых агрегатах 15000 кг в час. Отработанные горячие газы используются для нужд антиобледенительной системы.

Для привода стартовых движителей применяются мощные турбовинтовые двигатели. Параметры турбин: количество турбин 10, мощность турбины 68000 л. с., вес турбины 6,2 тонн, КПД 25 %. время работы на старте 20 минут. Расход топлива на старте около 50 тонн.

Оценочный общий вес винтомоторной группы до 200 тонн.

Общий запас топлива 350 тонн. Время в полете до 20 часов. Рейсовая дальность до 7000 км. Вес планера без винтомоторной группы 600 тонн, масса полезного груза до 400 тонн.

Внутренняя компоновка

Общая масса топлива 350 тонн при плотности жидкого метана 716 кг/м². требует наличия баков общим объемом около 520 м² с учетом газовой подушки. По соображениям минимизации веса теплоизоляции, и исходя из выбранных параметров крыла, наиболее целесообразно размещать топливо в цилиндрических баках большого диаметра, торцевые стенки баков целесообразно делать эллипсоидальными. Баки размещаются в наиболее толстой части крыла близко к точке центра давления крыла на оптимальном режиме движения. Диаметр баков составляет 3,6 метра, длина 11,2 метра, общая длина около 67 метров, количество баков 5, вместимостью по 70 тонн сжиженного метана каждый. Баки разносятся по длине главного крыла.

Для экономии внутреннего объема главного крыла стартовые турбины размещаются у носка крыла вдоль носка, перпендикулярно хорде крыла. Маршевые турбоагрегаты 1-2-3 рис. 3 размещаются вблизи законцовок главного крыла у его задней кромки и вдоль неё. Такое расположение позволит снизить протяженность магистрали подачи сжатого воздуха к турбинам приводящим маршевые

винты 7-8-9 (рисунок 3), и снизить усилия на кормовом поворотном крыле. Такое размещение несколько смещает центр масс главного крыла от его носка к задней кромке. Турбины 7 и редуктор 8 (рисунок 3) размещаются непосредственно у оконцовки пилона несущего тяговый винт. Не занятое оборудованием пространство крыла используется для размещения грузов и пассажиров. В полностью пассажирском варианте экраноплан способен разместить 3000 - 3800 пассажиров. На рисунке 4 представлена схема внутренней компоновки относительно оси симметрии.

- 1 - Маршевые турбоагрегаты;
- 2 - Стартовые турбины;
- 3 - Криогенные топливные танки;
- 4 - Ряды пассажирских мест.

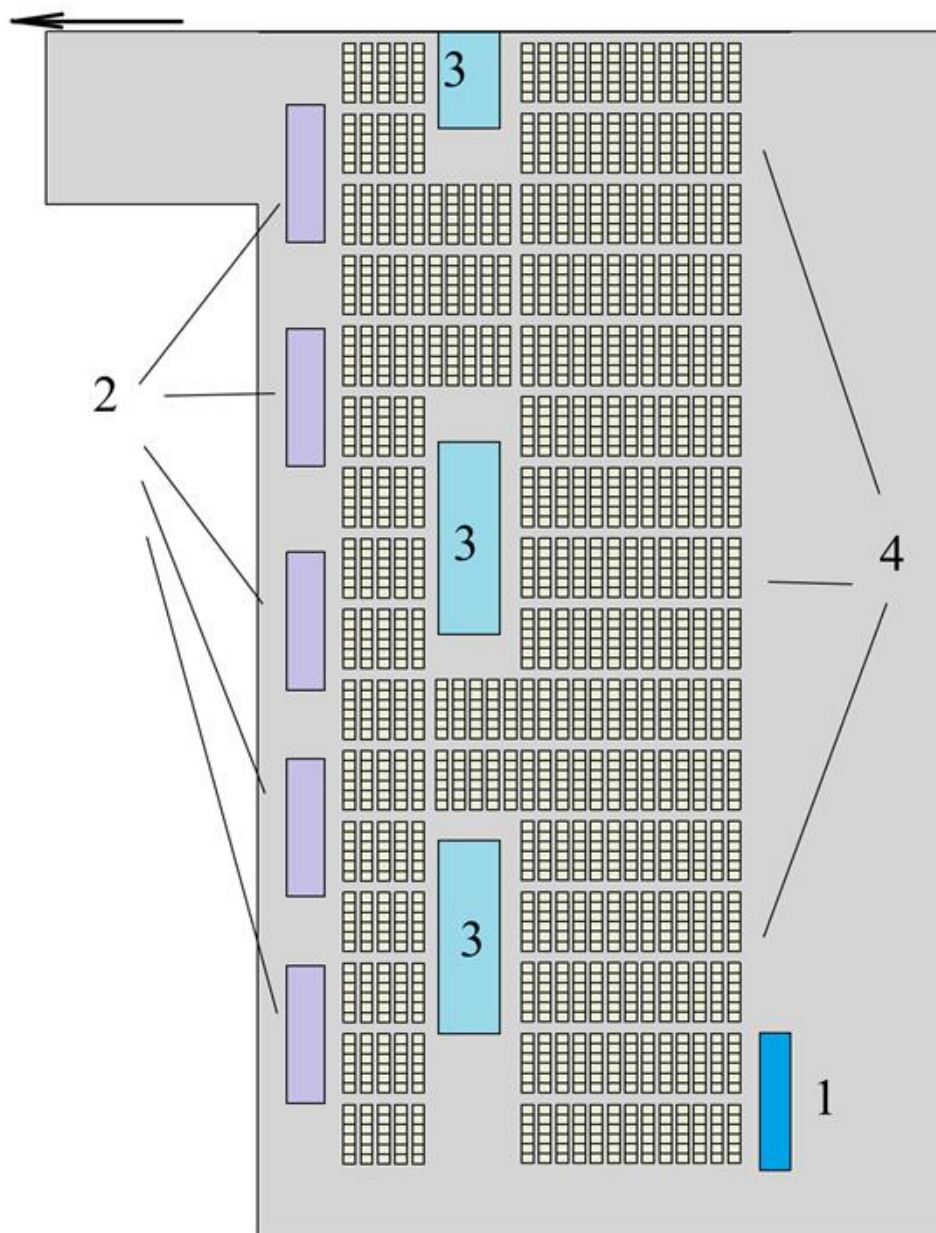


Рисунок 4 - Схема внутренней компоновки пассажирского экраноплана

Центральный носовой наплыв крыла используется для размещения экипажа и аппаратуры систем управления. Для размещения малогабаритных грузов и части компонентов системы управления может использоваться задняя часть крыла у кормовой кромки, поскольку в этой части крыла невозможно комфортное размещение пассажиров.

Задачи бортовой системы управления движением

Бортовая система управления обеспечивает безопасность движения экраноплана в режимах стабилизации, штатного маневрирования, в нестационарных режимах взлета и посадки, режима прокладки оптимального курса (автопилота) и режима управления в аварийных ситуациях, в том числе при множественных отказах.

Система управления экранопланом выполняет ряд неспецифичных для авиации задач. Так положение аэродинамического фокуса экраноплана подвержено существенной зависимости от угла атаки и высоты движения, и может существенно образом перемещаться вперед относительно центра масс, что делает экраноплан статически неустойчивым. Кроме того смена курса может осуществляться только управлением рысканием. Это может достигаться изменением тяги маршевых двигателей, расположенных так, что они при условии разной тяги способны создавать вращающий момент в горизонтальной плоскости. Поэтому система управления должна не только оперативно парировать любые детектируемые возмущения, но и иметь предсказательную мощь, то есть обладать качествами предиктора.

Перечисленные особенности задачи управления экранопланом обуславливают создание системы управления с элементами «искусственного интеллекта», позволяющую решать задачи предикции - прогнозирования будущего состояния аэродинамических переменных с опережением как минимум на 15-30 сек. Реализация системы управления движением осуществляется на базе локальной сети, состоящей из дублирующих друг друга бортовых управляющих вычислительных машин.

Поскольку ЭП используется для грузопассажирских перевозок решаются задачи обеспечения условий обитаемости пассажирских отсеков, живучести энергетической установки. Для парирования угрожающих метеоусловий эксплуатации и огибания опасных препятствий должны быть решены задачи аэрокосмической навигации, создания системы детектирования, распознавания и анализа возникающих помех движению и воздушных вихрей. Должна иметься система штурманской прокладки маршрута движения. На борту необходима автоматизированная антиобледенительная система и система пожаротушения, система продувки отсеков в которых имеются утечки метана.

Таким образом, создание системы управления движением требует построения нелинейной математической модели полета и математической модели технического состояния летательного аппарата для решения задач аналитического

конструирования регуляторов (законов управления). Это потребует физического моделирования компоновки для осуществления продувок в аэродинамической трубе, испытаний в опытовом бассейне, в том числе и с ледовым покрытием.

Отдельным вопросом является исследование технической возможности и оценка целесообразность посадки экраноплана на лед и последующего старта с ледяного поля. Однако и эта задача может быть решена за счет снижения массы полезной нагрузки, путем выделения части носимого веса для шасси в виде лыж, или воздушной подушки, или иного технического решения.

Экономика использования экраноплана

На экономическую эффективность применения какого либо вида транспорта оказывают влияние эксплуатационные затраты, а для скоростного транспорта прежде всего топливные. Для получения такой оценки подходят авиационные стандарты экономичности по критерию скорости передвижения.

Будем исходить из того, что средняя масса 1 пассажира по различным источникам 107 кг, энергосодержание метана и авиационного керосина на единицу массы близки. Цена 1 тонны сжиженного метана 17500 руб. (получена по результатам поиска коммерческих предложений в сети Интернет). Наилучшая топливная эффективность современного авиалайнера на дальности 5000 км. 15,05 г топлива на пассажиро-километр [4]. Тогда стоимость перевозки одного пассажира на расстояние 7000 км составит 4916,6 руб. при средней цене авиационного керосина 46 669 руб. [5] за тонну, это стоимость 105350 г керосина. Экономические параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Экономические параметры использования экраноплана

Количество пассажиров	Масса пассажиров тонн	грамм на пасс. км	Руб. керосина на 1 пассажира.	Руб. газа на 1 пассажира
2000	214	25	8167,08	3062,5
3000	321	16,7	5444,71	2042
3500	374,5	14,3	4666,9	1750

В таблице 1 приведено предполагаемое количество пассажиров в экраноплане, их общая масса, топливная эффективность в граммах сжиженного метана на 1 пассажиро-километр. Очевидно, что экраноплан способен по топливной эффективности превзойти самые современные авиалайнеры.

В четвертом столбце таблицы приведена топливная стоимость перевозки одного пассажира при условии, что в качестве топлива используется керосин, в последнем столбце приведена такая же стоимость с учетом цены сжиженного метана 17500 руб. за тонну.

Данные таблицы показывают, что наибольшей прибыльности (и топливной эффективности) экраноплан может достичь при максимальной нагрузке. Из приведенных данных так же следует, что применение подобных экранопланов в Атлантическом и Тихом океанах на трансматериковых трассах способно составить серьезную конкуренцию современному авиатранспорту и принести большую прибыль тем государствам и международным корпорациям, которые освоят эту транспортную технологию первыми.

Логистика транспортных перевозок в арктическом бассейне

Синергетический эффект эксплуатации грузопассажирского экраноплана с СПГ энергоносителям должен быть обеспечен набором маршрутов перевозок реализующих задачи социально-экономического и геополитического развития арктических территорий Российской Федерации. На рисунке 5 представлен внешний вид летящего экраноплана на фоне типично арктического пейзажа.

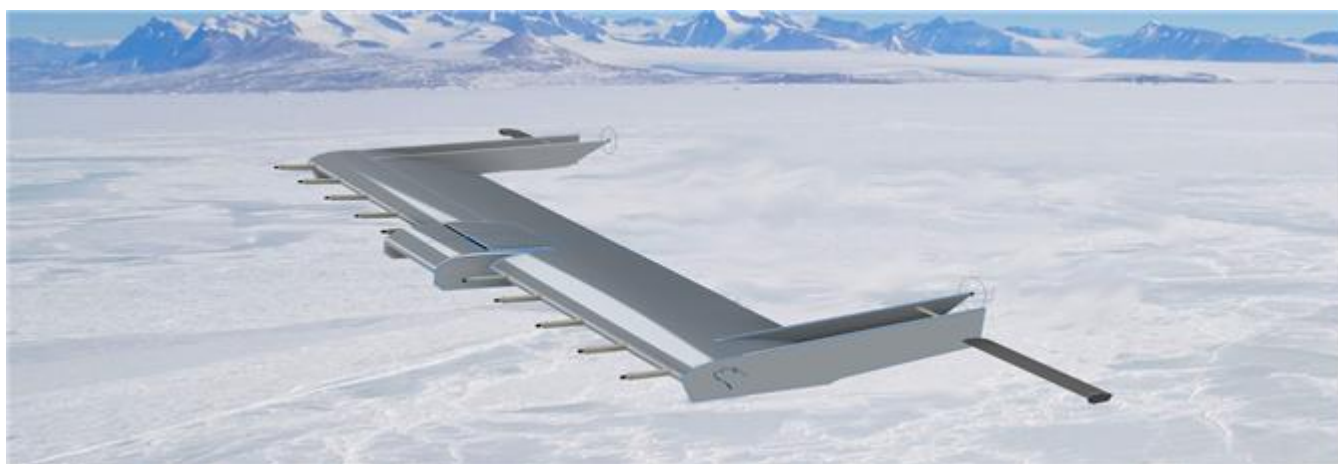


Рисунок 5 – Экраноплан на фоне арктического пейзажа

Ниже на рисунке 6 приведены предполагаемые маршруты эксплуатации рассматриваемого транспортного средства.

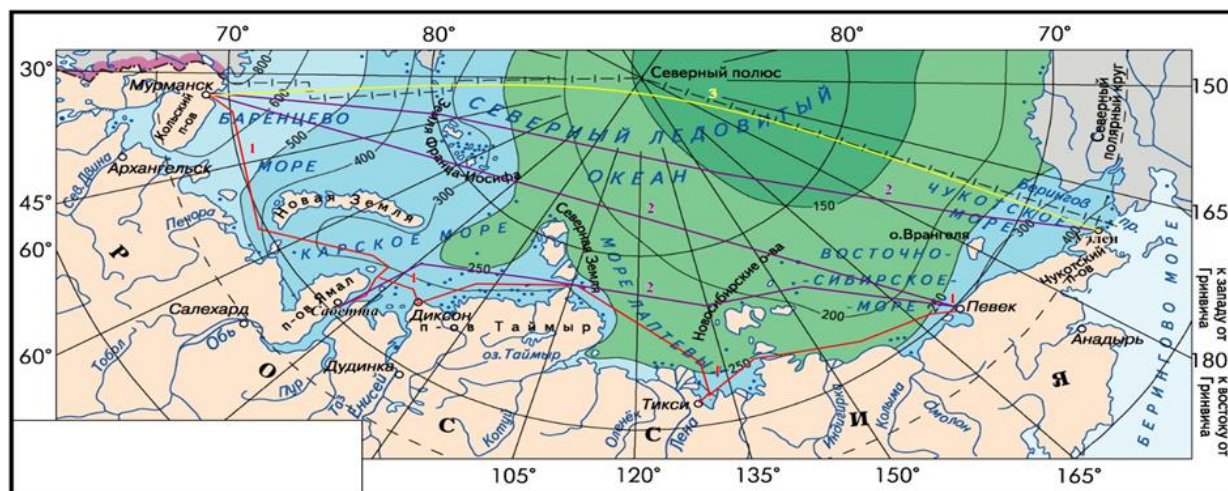


Рисунок 6 – Маршруты эксплуатации арктического экраноплана
Маршрут 1.

Рокадные (каботажные) грузопассажирские перевозки вдоль Северного морского пути Мурманск – Сабетта – Диксон – Тикси – Певек суммарной протяженностью 4000 - 5000 км с обязательным пунктом Сабетта для выполнения экономическо-выгодной заправки СПГ, после выполнения дополнительных расчетов и обоснований п. Сабетта может стать главной базой ЭП СПГ арктического подразделения.

Ямал СПГ (рисунок 7) – это крупнейшие российские мощности по добыче, сжижению природного газа и поставкам полученного сжиженного природного газа (СПГ), расположенные на полуострове Ямал. Акционерами ОАО «Ямал СПГ» являются ОАО «НОВАТЭК» (50,1 %) Total (20 %), CNPC (20 %), Фонд Шелкового Пути (9,9 %).



Рисунок 7 – Ямал СПГ – крупнейшее предприятие по добыче природного газа

В период круглогодичной навигации ЭП может выполнять функции газозавоза как для обеспечения заправочной инфраструктуры в пунктах маршрута (Диксон, Тикси, Певек), так и регулярного газоснабжения названных населенных пунктов с целью энергетического развития территории арктического побережья.

Рокадный маршрут обеспечивает высокоскоростные всевозможные грузопассажирские перевозки для развития населенных пунктов побережья. Скорость ЭП и наличие системы аэрокосмической навигации позволит избежать аварийных ситуаций, вызванных внезапным изменением метеоусловий по трассе.

Маршрут 2.

Трансарктические перевозки Мурманск – Певек, Мурманск – Саббета, Певек – Сабетта, Мурманск-Уэлен. Перевозки пассажиров и грузов осуществляется по высокоширотным траекториям, существенно снижающим протяженность маршрута, что является существенным экономическим преимуществом, в том числе и для республики Саха (Якутия) по оперативной доставке грузов и жителей в европейскую часть государства.

Маршрут 3.

Снабжение островных баз МО РФ, научные исследования в полярных зонах, оперативное реагирование на решение задач МЧС РФ. Перевозки по этому маршруту обеспечивают геополитическое доминирование Российской Федерации в арктическом бассейне. ЭП СПГ может выполнять высокоширотное патрулирование согласно военной доктрины государства в Арктике, а это гарантирует решение задач социально – экономического развития российской территории.

Эффект эксплуатации ЭП СПГ существенно усилится если к арктическому плечу перевозок разработать маршруты перевозок по акваториям охотоморского и транскурильского направления Дальневосточной территории. Маршрут Мурманск-Петропавловск камчатский составит около 7300 км. и является вполне возможным для такого типа транспорта при условии организации заправочной инфраструктуры.

На рисунке 8 обозначена зона возможных маршрутов дальневосточных перевозок, образующих тихоокеанское плечо Чукотка- Камчатка – Курильские острова – Сахалин и охотский круиз Сахалин – Ванино - Магадан. Заправка ЭП и СПГ может осуществляться на производственном комплексе «Пригородное» (производственный комплекс проекта «Сахалин – 2», расположенный в Корсаковском городском округе Сахалинской области на берегу залива Анива. Включает в себя первый в России завод по производству сжиженного газа (СПГ), терминал отгрузки нефти (ТОН) и производственный комплекс «Пригородное»).



Рисунок 8 – Маршруты трансарктических и дальневосточных перевозок

Трансарктические и Дальневосточные перевозки совместно обеспечивают трансконтинентальные перевозки Европа – Азия. Успешное внедрение такого типа перевозок обеспечит социально – экономический эффект развития малонаселенных территорий Арктики и Дальнего Востока. Применение экранопланов позволит интенсифицировать освоение побережья Охотского моря и Камчатки, решит вопросы оперативного снабжения, а при необходимости, переброски живой силы и техники с материковой части страны на побережье Камчатки и Курильские острова.

По нашему мнению в состав арктической группировки должно входить не менее трех аппаратов, в состав дальневосточной группировки не менее двух. Предлагаемое количество экранопланов увеличит экономическую эффективность маршрутов, обеспечит выигрыш по себестоимости и времени перевозок.

Заключение

Геополитический фактор освоения арктических территорий Российской Федерации на фоне заинтересованной конфронтации со стороны государств НАТО требует решения задачи реального присутствия высокоэффективных транспортных средств на маршрутах трансарктических перевозок. Экономическая эффективность перевозок на грузопассажирских экранопланах безусловно важна, однако, геополитическая значимость таких перевозок в арктическом бассейне, по нашему мнению, более актуальна.

Актуальность предполагаемого исследования обоснована нарастанием геополитических, экономических, климатических конфликтных ситуаций, что отражено в государственной программе Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 30 марта 2021 года № 484. Механизм реализации программы обеспечен стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности от 13 февраля 2019 г. № 207-Р.

Целью исследования является обоснование реальной возможности разработки технического задания на проектирование грузопассажирского экраноплана для арктических перевозок с широким диапазоном областей применения при применении в качестве энергоносителя сниженного природного газа.

Выполненное исследование позволяет сделать выводы об энергоэффективности СПГ в силовых энергоагрегатах экраноплана. Выбор схемы «летающее крыло», при условии значительных конструктивных размеров, позволяет обеспечить высокое аэродинамическое качество экраноплана и высоту крейсерского режима движения 8-10 метров с возможностью подскока по высоте до 20 м. Бортовая система управления движением при соответствующих исследованиях с использованием элементов «искусственного интеллекта» обеспечивает безопасность движения в стационарных и нестационарных режимах.

Предметом исследования является совокупность технических, инфраструктурных и логистических задач.

Исследование выполнено по литературным источникам с выполнением расчетов интересующих параметров и характеристик с применением известным по источникам и методов.

Выполненная работа позволяет сделать следующие выводы:

- Применение СПГ в сочетании с модифицированной турбовинтовой двигательной установкой, оснащенной автоматической системой управляемого вектором тяги, может быть эффективным решением для грузопассажирских экранопланов.

- Компоновка ЭП «летающее крыло» с конструктивными размерами: размах крыла - 140 м., хорда крыла - 40 м, аэродинамическое качество $ka = 40$ обеспечивает эффективность и безопасность режимов движения. Суммарная маршевая тяга 40-50 тонн силы, стартовая тяга 400 тонн силы.

- Безопасность движения должна быть обеспечена системой автоматического управления движением на базе современных быстродействующих процессоров, программ управления с элементами «искусственного интеллекта», способной набирать опыт в процессе эксплуатации;

- Выбор арктических маршрутов движения с перспективным продолжением на Тихоокеанский бассейн существенно повышает эффективность использования СПГ на трансконтинентальных перевозках.

- Применение СПГ экранопланов в решении задач министерства обороны РФ для снабжения арктических баз и высокоширотного патрулирования обозначит геополитический фактор присутствия и сдерживания потенциальных противников в Арктике.

- Интерес представляет и тот факт, что такого же класса машины могут быть применены в трансатлантических перевозках, где они могут составить серьезную конкуренцию традиционному авиатранспорту в нише трансконтинентальных грузовых и пассажирских перевозок.

Государство обладает техническим и технологическим потенциалом для решения наукоемкой задачи проектирования, поиска оптимальной компоновки и натурной реализации грузопассажирского экраноплана на СПГ. Безусловно должен быть задействован научный потенциал академических, военно-технических исследовательских институтов, технических университетов в создании прикладной научной базы для оперативного решения обозначенной задачи в том числе и методами аналитического конструирования.

Список используемой литературы

1. Назаров, Д. В. Аэродинамика летательного аппарата вблизи земли: учеб. пособие / Д. В. Назаров – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 120 с.: ил. ISBN 978-5-7883-1419-8.

2. Юнаков, Л. П. Основы теории авиационных газотурбинных двигателей: учебное пособие / Л. П. Юнаков; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2013. – 90 с. ISBN 978-5-85546-773-4.

3. Новосельцев, В. И. Теоретические основы системного анализа [Текст] / Новосельцев В. И., Тарасов Б. В. ; под ред. Новосельцева В. И. - Изд. 2-е, испр. и перераб. - Москва, 2013. - 535 с. : ил. ISBN 978-5-98551-206-9.

4. Расход топлива у самолетов. http://newsruss.ru/doc/index.php/Расход_топлива_самолета.

5. Сайт федерального агентства воздушного транспорта Цены на АВИАГСМ в 2021 году <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-ceny-na-aviagsm/?id=7379>.

Информация об авторах

Кованцев Р. Н. – студент группы ТНГ-23-4 Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, РФ, г. Санкт-Петербург.

Пелипенко Р. А. – студент группы ИУ-33 МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФ, г. Москва.

Научный руководитель: Пелипенко А. И. – инженер, преподаватель, КГБ ПОУ «Ванинский межотраслевой колледж (Центр опережающей профессиональной подготовки)», РФ, Хабаровский край, р. п. Ванино.

Научный редактор: Сташко В. И. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

Ссылка для цитирования

Кованцев, Р. Н. Системные задачи проектирования и эксплуатации грузопассажирских экранопланов на сжиженном природном газе для трансарктических перевозок / Р. Н. Кованцев, Р. А. Пелипенко, А. И. Пелипенко, В. И. Сташко // Энерджинет. 2023. № 1. URL: <http://nopak.ru/231-708> (дата обращения: 05.11.2023).

