

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИРИЖАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАК СРЕДСТВА СПАСАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЭКИПАЖЕЙ

И.Н. Куликов

Канд. воен. наук, доцент И.Н. Куликов
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В настоящей статье представлены подходы к выбору критериев и проведению комплексной оценки сравнительной эффективности применения пилотируемых инновационных дирижаблей в системе поиска и спасания космических экипажей для различных климатогеографических зон. Оценка может быть выполнена для существующих и перспективных средств, организующих наземную, морскую и авиационную компоненты штатного и аварийного поиска и эвакуации экипажей пилотируемых транспортных космических кораблей (ПТК) нового поколения в условиях космодрома Восточный, характеризующегося особыми природно-географическими параметрами.

Ключевые слова: дирижабли, воздухоплавательные пилотируемые системы, поиск и спасание космических экипажей, критерии оценки эффективности, космодром Восточный.

On the Issue of a Comprehensive Evaluation of the Effectiveness of Using Airship Systems As a Means of Rescuing Space Crews.

I.N. Kulikov

This paper presents approaches to selecting criteria and conducting a comprehensive evaluation of the comparative effectiveness of using manned innovative dirigibles in the search and rescue system for space crews in various climatic and geographical zones. The evaluation can be carried out for existing and prospective means that provide the ground, sea and aviation components of nominal and emergency search and evacuation of crews of new-generation manned transport spacecraft in the conditions of the Vostochny cosmodrome, which are characterized by special natural and geographical parameters.

Keywords: airships, aeronautical manned systems, search and rescue of space crews, performance evaluation criteria, Vostochny cosmodrome.

Главным вопросом, требующим разрешения при внедрении новых универсальных технических транспортных систем, в особенности – авиационных, является оценка эффективности и безопасности их применения при решении целевых задач в различных условиях эксплуатации, обслуживания и ремонта. От того, насколько правильно будут выбраны критерии и как объективно будет проведена указанная оценка, зависят, в конечном счете, итоговые (в том числе и экономические) результаты промышленной эксплуатации системы,

степень достижения целей ее применения, а также надежность и безопасность специальной авиационной деятельности.

В общем виде критерий – это признак, основание, правило принятия решения по оценке чего-либо на соответствие предъявленным требованиям. В известной теории векторного анализа оценивание общей эффективности системы (операции) осуществляется на двух уровнях и реализуется в два этапа [1; 2].

На первом уровне:

– определяется вектор (множество) показателей качества результатов целенаправленного процесса функционирования системы (операции) – вектор показателей его частных результатов (обычно формируются три группы показателей: временные (Т), показатели основного функционального эффекта (С) и экономические (Э));

– определяются оперативно-технические требования к качеству результатов операции – область допустимых или предельных значений показателей ее результатов (Э, С, Т)_{зад};

– формулируется критерий (функция) оценивания качества операции – (Э, С, Т) ∈ (Э, С, Т)_{зад};

На втором уровне:

– определяется обобщенный показатель интегральной эффективности – вероятность достижения цели (выполнения задачи, процесса): $P_{дц} = P((Э, С, Т) ∈ (Э, С, Т)_{зад})$;

– задаются условия достижения эффективности операции (требуемое, минимально допустимое, гарантийное) или оптимальное значение – $P_{дц}^{тр}$, или $P_{дц}^{опт}$;

– реализуется один или несколько критериев оценивания общей эффективности из множества: (критерий пригодности $P_{дц} ≥ P_{дц}^{тр}$; критерий оптимальности $P_{дц} = P_{дц}^{опт}$; критерий превосходства $P_{дц1} ≥ P_{дц2}$).

Как следует из сказанного выше, одним из важных предварительных условий проведения объективной оценки эффективности является правильный выбор показателей оценивания системы (процесса). В составе групп (Э, С, Т) может присутствовать большое множество частных показателей, характеризующих те или иные стороны оцениваемых процессов – достигаемые эффекты (целевые характеристики функционирования системы – или то, ради чего система применяется, затраты различных ресурсов, время и пр.). Физическая природа частных показателей, используемых для оценки сравниваемых систем, разнообразна, и они могут описываться техническими, пространственными, стоимостными или иными (статистическими, экспериментальными, расчетными) параметрами функционирования технических комплексов или их элементов в заданных условиях эксплуатации [3].

К числу распространенных частных показателей, в контексте рассматриваемой темы, могут относиться (из числа показателей групп Э, С, Т):

- грузоподъемность воздушного судна, *т*;
- максимальная (крейсерская) дальность и продолжительность полета (маршрута), тактический радиус, *км*;
- максимальная высота полета, *м*;
- крейсерская скорость, посадочная скорость, *км/ч*;
- количество членов кабинного экипажа, чел.;
- межремонтный ресурс (наработка) двигателя, *ч*;
- километровый (часовой) расход топлива, *л/км (л/ч)*;
- базовая цена воздушного судна, млн руб. и т. д.

Общее количество используемых частных показателей при проведении исследования – величина конечная, но, во всяком случае, для современных сложных системотехнических комплексов она может составлять до сотни различных параметров.

Описание показателей, использование которых необходимо и возможно при проведении сравнительной оценки эффективности технических систем поиска и спасания космических экипажей после их штатного или аварийного приземления (приводнения), проиллюстрированное далее, производилось на основании открытых источников и общепринятой информации о пространственно-технических и экономических параметрах функционирования действующих и перспективных систем (табл. 1):

Таблица 1

№ пп	Показатель сравнения	Ми-17 (1990 г.)	Ми-26 (1995 г.)	* Ил-76 МДМ (2010 г.)	* Ан-26 (1980 г.)	УДКВ (2026 г.)	Полужесткий дирижабль (2024 г.)	Жесткий дирижабль (2025 г.)	ПЭМ1/2 (1985 г.)
1	Цена единицы изделия данного класса, млн руб.	950	1750	9000	1650	40 000	2000	3000	11
2	Максимальная скорость, км/ч	255	295	850	560	45	150	200	75
3	Крейсерская скорость, км/ч	230	255	700	430	20	100	120	40
4	Дальность патрулирования (тактический радиус) от базы, км	350	400	4000	1200	4500	4000	9000	250
5	Максимальный запас хода (с ДТБ, перегоночная дальность), км	800	1900	8500	2600	9500	9000	18500	600
6	Время движения, ч	5	6	7	6	450	90	150	7
7	Стоимость (цена) летного (эксплуатационного) часа, тыс. руб.	240	450	550	300	110	100	130	50
8	Максимальная полезная нагрузка, т	5	20	60	7,5		15	20	3,5
9	Нормальная полезная нагрузка, т	4	12	20	5	150	8	10	3
10	Габаритная длина (* размах крыла) транспортного средства, м	18	40	51	29	200	120	140	9



С целью большей наглядности, представление данных для оценки и анализа эффективности существующих и перспективных систем поисково-спасательного обеспечения (ПСО) или ее элементов будет выполнено в форме таблиц, диаграмм и рисунков.

При формулировании подходов принимались определенные допущения и учитывались следующие особенности сравниваемых систем:

– самолеты, вертолеты, морские поисковые суда и, частично, автомобили-амфибии являются моносредними техническими системами, а дирижабли – универсальными транспортными средствами, эксплуатация которых возможна и над морем, и над сушей, и в условиях горной местности (ограничено – до высоты рельефа 3000 м), и в Арктическом регионе (рис. 1);



Рис. 1. Территории Дальнего Востока с превышением рельефа более 1500 м

– организация надежного технического обслуживания и эксплуатации большинства сравниваемых систем, в отличие от дирижабельных, возможна только в условиях стационарного базирования (аэродром, морской порт, вертолетная площадка и т. д.);

– номенклатура доставляемых специальных средств и возможности аварийно-спасательных команд, как правило, ограничиваются тактико-техническими характеристиками транспортных систем и применение дирижабельных платформ (грузоподъемность, габариты гондолы, энергетические характеристики, дальность и продолжительность патрулирования, наличие подъемно-рампового оборудования (рис. 2), возможность длительного зависания в воздухе и пр.) в максимальной степени учитывают особенности проведения поисково-спасательных операций в системе обеспечения пилотируемых космических полетов [4];

– определенным недостатком существующих транспортных систем является их узкая специализация, а также ограниченность области применения, тогда как дирижабельные системы (ДС) являются максимально



Рис. 2. Метод буксировки спускаемого космического аппарата в гондole при проведении спасательной операции с использованием дирижабля

универсальными и автономными, позволяющими производить: перевозку личного состава; транспортировку крупногабаритных грузов; осуществление длительного патрулирования с использованием специальной мониторинговой аппаратуры; оказание различных видов помощи (медицинской или технической) непосредственно на борту воздушного судна в полете и пр.;

– сравниваемые технические транспортные системы являются объектами различного класса и объективно обладают несоизмеримыми геометрическими размерами и грузоподъемностью;

– эксплуатационные характеристики летательных аппаратов (ЛА) должны оцениваться в единых метеорологических и географических условиях, определяемых нормами летной (технической) годности, установленными российским законодательством.

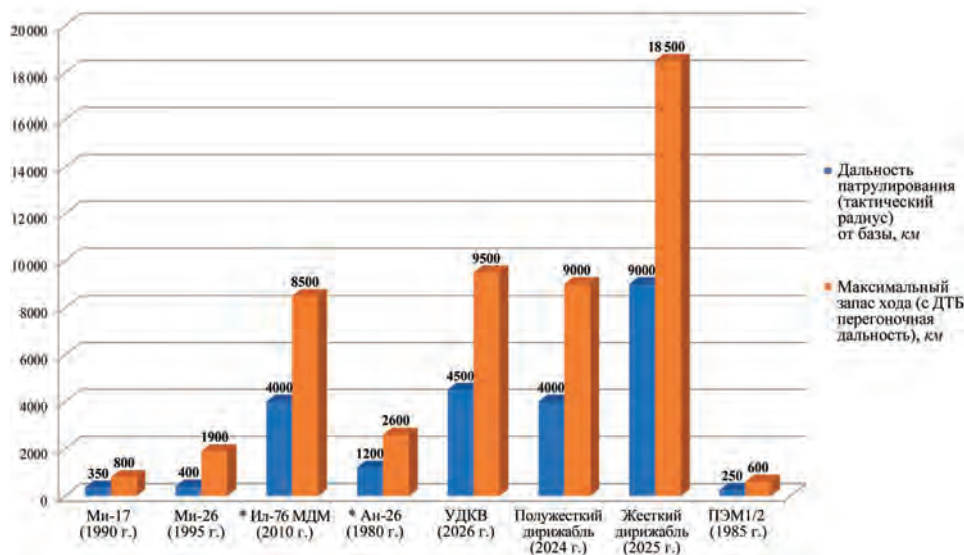


Рис. 3. Показатели дальности применения (км)

Важным критерием оценки способности решения целевой задачи *аварийного* поиска и эвакуации космических экипажей является показатель пространственной досягаемости технических средств – носителей специального оборудования и транспортирования спасательной команды. На рисунке 3 проиллюстрированы возможности существующих и перспективных транспортных систем по досягаемости удаленных объектов.

Для условий проведения морской спасательной операции в центральной части Тихого океана, характеризующих II и III участки выведения ракеты-носителя (РН), стартовавшего с космодрома Восточный (рис. 4), реальным является использование только дирижаблей (преимущественно жесткой конструкции). Применение перспективных универсальных десантных кораблей-вертолетоносцев (УДКВ) ограничивается их «каботажными» качествами [4; 5], а целевое использование больших транспортных самолетов для решения задач ПСО возможно только при наличии на их борту специальных парашютируемых средств, обеспечивающих решение задачи спасания космонавтов в открытом море (например, морского катера «Ерш», проект 374А, или «Гагара», проект 1401) [6].

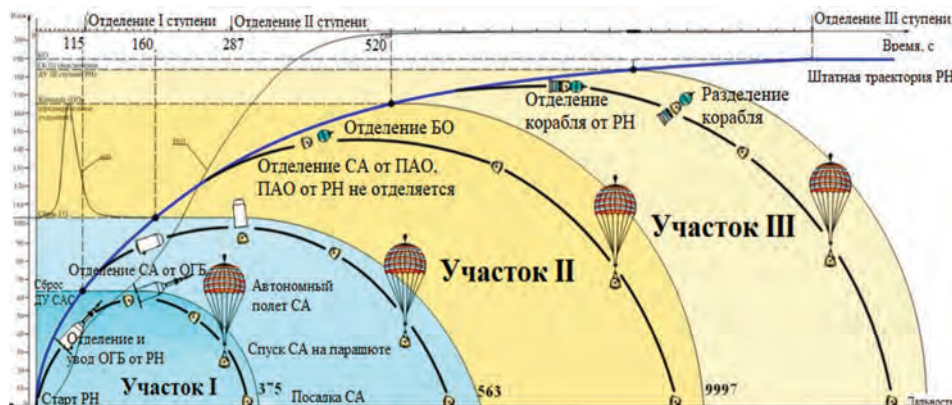


Рис. 4. Основные пространственные характеристики траектории РН и участки ее аварийного спуска (СА – спускаемый аппарат; ДУ САС – двигательная установка системы аварийного спасения; БО – бытовой отсек; ПАО – приборно-агрегатный отсек; ОГБ – обтекатель головного блока)

Ниже, на рис. 5 и 6, представлен ряд параметров сравниваемых систем, характеризующих оперативность их применения.

Показатели скорости положительно выделяют авиационные средства, а запас времени автономного движения однозначно определяют преимущества морских судов и дирижаблей по возможности длительного патрулирования в удаленном районе проведения спасательных работ и иллюстрируют резервы их автономных действий.

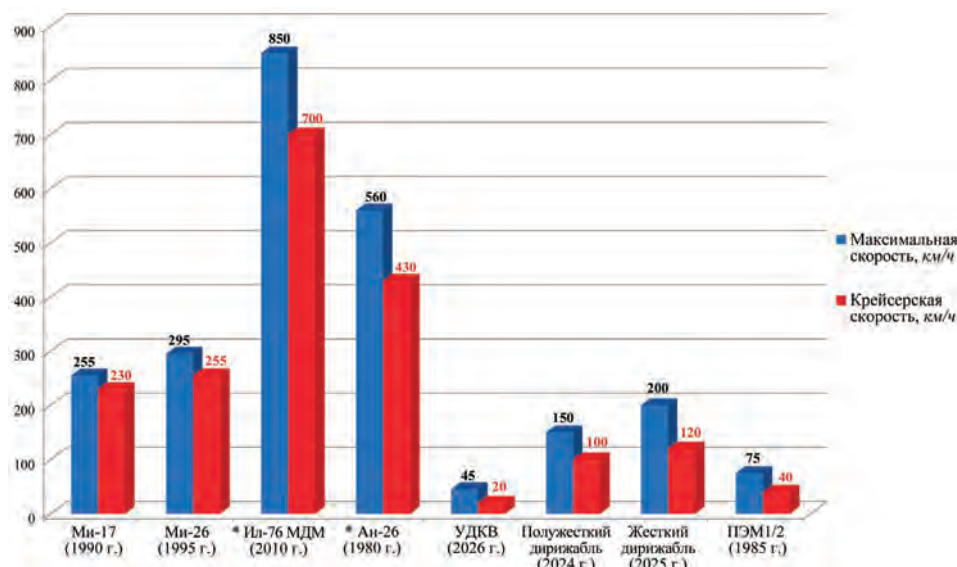


Рис. 5. Показатели скорости движения (км/ч)

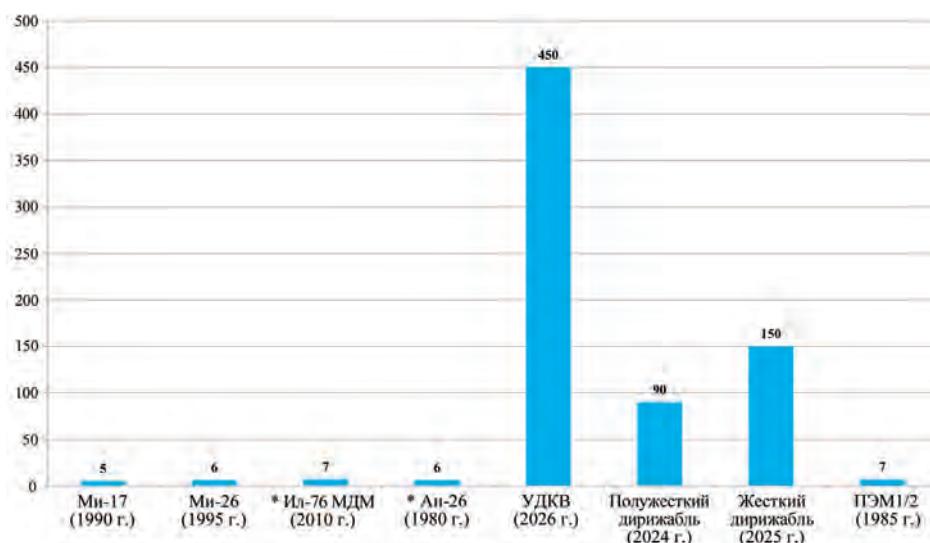


Рис. 6. Время автономного движения (ч)

Показатели грузоподъемности и габаритов транспортной платформы (рис. 7 и 8) прямо характеризуют ее потенциал по размещению на борту достаточного количества спасательных сил и средств, а также созданию условий для проведения полного цикла штатных и аварийных спасательно-эвакуационных работ, включающих оказание полноценной медицинской помощи и проведение специальных реабилитационных мероприятий.

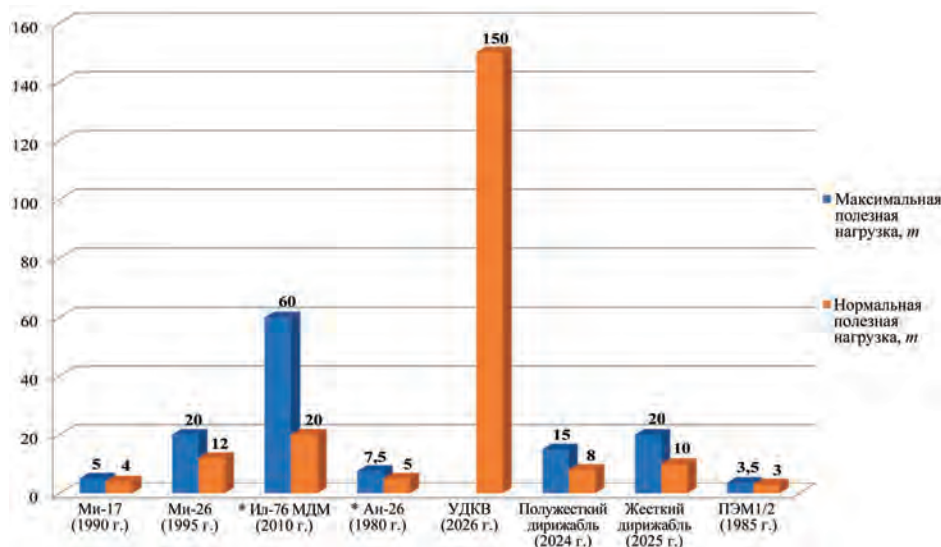


Рис. 7. Показатели грузоподъемности (т)

Вертолетная техника и наземные вездеходные транспортные средства обладают, в данном случае, минимальными способностями по действиям в сложных климатогеографических условиях.

Максимальные показатели для акваторий демонстрируют морские суда (УДКВ), а ДС обладают *достаточными* универсальными возможностями по поиску, подъему, спасанию и транспортировке как людей, так и оборудования (посадочного космического модуля) на всех без исключения оперативных направлениях [7, 8].

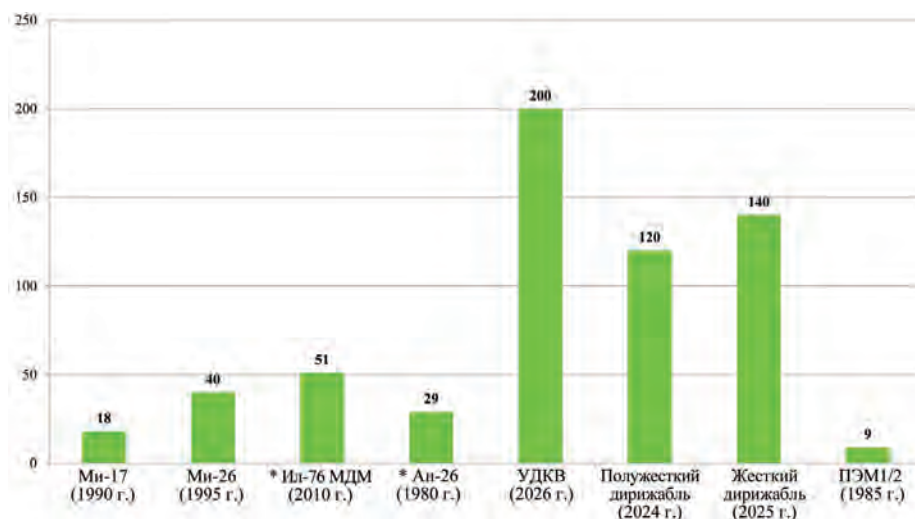


Рис. 8. Габаритная длина транспортного средства (м)

Как указано выше, при проведении интегральной оценки сравнению подлежат не только тактико-технические характеристики (ТТХ) систем, но и их экономические показатели. Важным показателем, которым оперирует лицо, принимающее решение (ЛПР) о создании любой транспортной системы, является базовая цена изделия, формируемая либо рыночной моделью, либо определяемая государством.

На рисунке 9 представлены данные, иллюстрирующие затраты, которые необходимо понести на этапе формирования системы ПСО и которые, впоследствии, составят весомую долю амортизационных расходов на эксплуатацию комплекса:

– наибольшую цену на международном рынке авиационной продукции имеет самолетная техника тяжелого класса. Так, для новых серийных моделей Ил-76 она соизмерима со стоимостью разработки и производства перспективных УДКВ, а также значительно превосходит расчетную цену создания и поставки жестких, а тем более полужестких дирижаблей;

– среднестатистическая стоимость эксплуатации универсального десантного корабля-вертолетоносца достигает 1,5 млрд руб. в год, тогда как финансирование авиационного подразделения из 10 полужестких дирижаблей на двух аэродромных воздухоплавательных базах с учетом расходов на плановую летную деятельность, поддержание наземной инфраструктуры, фонд заработной платы, сертификационные испытания, связь и все виды обеспечения полетов составляет около 0,75 млрд руб. или в 2 раза меньше, чем одного УДКВ [9];

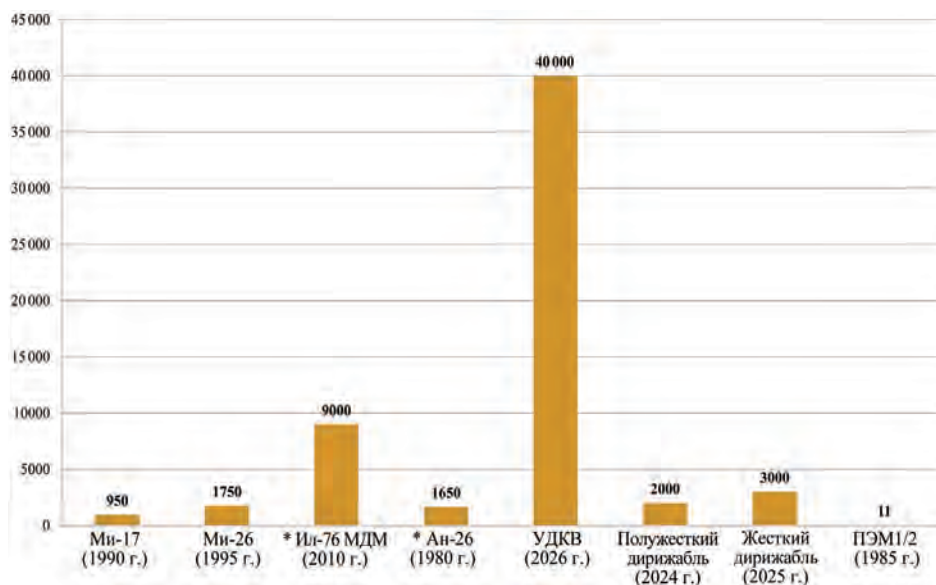


Рис. 9. Средняя рыночная цена изделия данного класса (млн руб.)

– расчетная цена жесткого дирижабля в 1,5...2 раза превосходит эти показатели для полужестких дирижаблей и в 6...8 раз – для дирижаблей мягкого типа;

– монофункциональные и низкоэкономичные, особенно в условиях проведения удаленных морских поисково-спасательных операций и обладающие малой автономностью, современные серийные вертолеты имеют цену, соизмеримую с аналогичными показателями для инновационных полужестких дирижаблей.

В развитие темы сравнительной экономической оценки элементов системы поиска и спасания космических экипажей рассмотрим один из важнейших общих критериев эффективности – стоимость (цену) одного летного часа (операционного, часа их эксплуатации). В случае закупки услуг указанных систем на рынке, эта величина фигурирует как цена, определяющая общую стоимость проведения мероприятий ПСО. При развертывании собственной (авиационной, морской, сухопутной) компоненты – это показатель себестоимости, представляющий собой сложную функцию, комплексно характеризующий следующие основные расходы оператора:

- расходы на топливо и горюче-смазочные материалы;
- расходы на аэродромное обслуживание и ремонт;
- амортизационные отчисления;
- фонд оплаты труда специалистов;
- страхование техники и личного состава;
- оплата услуг связи и Интернет;
- накладные расходы компании-эксплуатанта;
- налоги, обязательные отчисления и пр.

На рисунке 10 отражена информация по текущему состоянию цены одного летного (эксплуатационного) часа для условий Российской Федерации.

Анализ диаграммы, иллюстрирующей фактическое состояние рынка, показывает, что массовое использование дирижаблей как альтернатива «традиционной авиации» в сфере воздушных грузоперевозок и проведения специальных авиационных работ, позволит сэкономить значительные финансовые, в том числе бюджетные средства. Одновременно с этим могли бы быть разрешены проблемы сбережения и перераспределения ценного углеводородного сырья, произошло бы динамичное развитие удаленных регионов нашей страны (прежде всего Сибири и Дальнего Востока), а также успешно решены важные экологические задачи.

Выводы об уникальных возможностях дирижаблей, сделанные выше, подтверждаются рядом исследований, проведенных как в России, так и за рубежом при комплексной оценке эффективности транспортных и специальных воздухоплавательных систем [10, 11, 12].

Как представлено в [13, 14], структурно-параметрический анализ дирижаблей с различными типами конструкции (мягкий, полужесткий, жесткий)

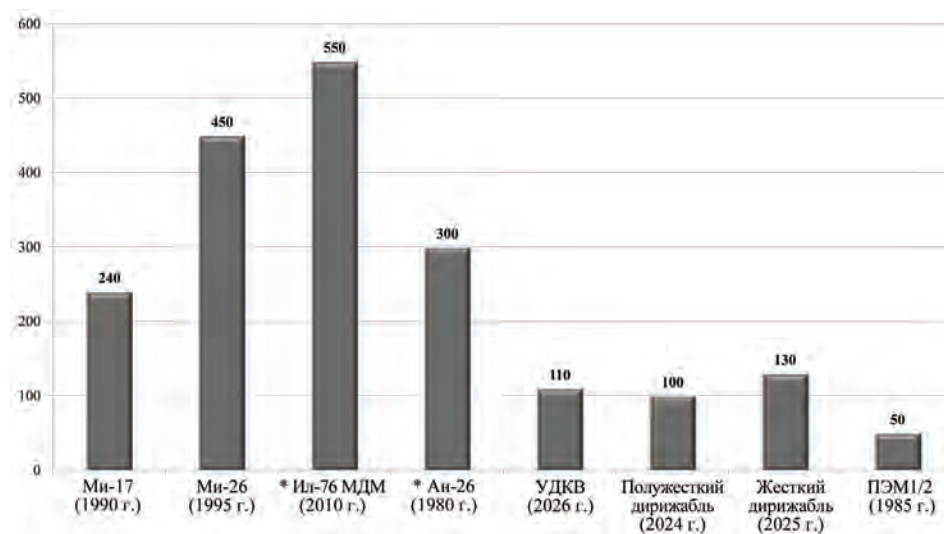


Рис. 10. Средняя цена летного (эксплуатационного) часа на 2020 год (тыс. руб.)

и силовой установки (поршневой двигатель, дизель, газотурбинный, электродвигатель) в широком диапазоне размерностей (масса целевой нагрузки от 5 до 3000 тонн) выявил, что все дирижабли, а в особенности жесткие транспортные дирижабли большой грузоподъемности классической («сигарообразной») формы, по сравнению с ЛА тяжелее воздуха, имеют малую материалоемкость, высокую весовую отдачу и топливную эффективность, низкую себестоимость транспортных операций. Экономически обоснованный диапазон крейсерских скоростей дирижаблей – 150–200 км/ч. Тяговооруженность – в диапазоне от 3 до 10 % (самолеты – 25–35 %, вертолеты – свыше 100 %). Относительная масса конструкции транспортных дирижаблей нового поколения не превышает 25–30 % (для летательных аппаратов тяжелее воздуха эта величина составляет 50–60 %).

Комплексными показателями транспортной эффективности, позволяющими судить о техническом совершенстве ЛА, служат показатели весовой отдачи: полная весовая отдача ($M_{пол}/M_{взл}$), весовая отдача по коммерческой нагрузке ($M_{ком}/M_{взл}$) и весовая отдача пустого снаряженного воздушного судна по коммерческой нагрузке ($M_{ком}/M_{пуст}$). Последний показатель является самым важным. По этому критерию оценивают: сколько единиц массы полезной нагрузки способна нести единица массы конструкции. Для большинства самолетов и вертолетов данный показатель не превышает величину 0,5. Для отдельных типов летательных аппаратов (В-747, С-5А, Ми-26, Ка-32) он составляет 0,65–0,72. И как выдающееся достижение следует оценивать весовую отдачу конструкции по коммерческой нагрузке, равную 0,86, отечественного самолета Ан-124 («Руслан»), что проиллюстрировано в таблице 2.

Таблица 2

Тип ЛА	$m_{\text{взл}}^T$	$m_{\text{пуст}}^T$	$m_{\text{пол}}^T$	$m_{\text{ком}}^T$	$\frac{m_{\text{пол}}}{m_{\text{взл}}}$	$\frac{m_{\text{ком}}}{m_{\text{взл}}}$	$\frac{m_{\text{ком}}}{m_{\text{пуст}}}$	Дальность полета, км
Самолеты								
Ан-124	405	175	230	150	0,568	0,37	0,86	4500
Ил-76	157	98	59	40	0,375	0,25	0,41	5000
Ил-96-300	216	117	99	40	0,458	0,19	0,34	7000
В-747	322	157	165	113,4	0,512	0,35	0,72	3200
С-5А	323	144,5	178,5	99,8	0,553	0,31	0,69	5600
А-380	560	276,8	283,2	90,8	0,506	0,16	0,33	16 000
Вертолеты								
Ми-26	56	28,2	27,8	18,38	0,496	0,33	0,65	200–700 км
Ми-8	12,0	7,2	4,8	4,0	0,40	0,33	0,56	
Ка-32	12,6	6,95	5,65	5,0	0,448	0,39	0,72	
V-114	14,97	8,11	6,86	5,2	0,458	0,35	0,64	
Дирижабли первого поколения								
LZ-59	74,0	26,6	47,4	31	0,64	0,42	1,17	в пересчете на 5000 км
LZ-126	75,6	39	36,6	22	0,464	0,29	0,56	
LZ-127	118	62,1	55,9	33	0,474	0,28	0,53	
LZ-129	207,8	118,8	89	60	0,428	0,29	0,51	
ZRS-5	182,8	109,9	72,87	48	0,40	0,26	0,44	
Дирижабли нового поколения								
					0,60–0,74	0,50–0,67	1,7–2,5	5000

Как показывают расчеты, высокая весовая отдача конструкции инновационных дирижаблей классической формы жесткого типа в сочетании с малым расходом топлива позволяют получить феноменальный для летательных аппаратов результат по критерию «весовая отдача конструкции по коммерческой нагрузке»: 1 кг конструкции летательных аппаратов легче воздуха способен нести до 2–2,5 кг коммерческой нагрузки, что в 3–6 раз больше по сравнению с современными летательными аппаратами тяжелее воздуха. Следует особо отметить, что дирижабли с такой весовой отдачей могут быть построены практически любой грузоподъемности, в то время как самолеты и вертолеты имеют строгие конструктивные ограничения.

В развитие темы экономической эффективности различных видов транспорта следует указать, что экономичность той или иной современной транспортной системы в первую очередь зависит от ее удельной топливной эффективности. Эти два параметра связаны между собой практически прямо пропорциональной зависимостью (рис. 11).

Наименьший расход топлива на перевозку одной тонны груза на расстояние один километр (1 тонно-километр) и, следовательно, наилучшие экономические показатели имеют водный и железнодорожный виды транспорта.



Рис. 11. Сравнительная характеристика различных видов транспорта

В расчете на тонно-километр эти виды транспорта расходуют менее 10 грамм условного топлива ($1 \text{ гут} = 0,68 \text{ г}$ керосина). Более чем в 10 раз худшую топливную эффективность (более $100 \text{ гут}/\text{т}\cdot\text{км}$) и, соответственно, экономику имеет грузовой автомобильный транспорт. Показатели удельной топливной эффективности самолетов колеблются в пределах от 200 до 1000 гут , что в 30–100 раз хуже аналогичного показателя первых трех видов транспорта. Транспортные вертолеты «сжигают» $1000\text{--}3000 \text{ гут}/\text{т}\cdot\text{км}$.

Важным критерием, имеющим непосредственное отношение к экономической составляющей проводимых работ по ПСО и самым тесным образом зависящим от тактико-технических характеристик транспортной системы, является требуемый наряд сил и средств. Данный показатель может рассчитываться на основе различных математических и вероятностных методов, а также путем компьютерного моделирования.

В общем случае, получаемый результат позволяет оценить требуемое количество (N_c) кораблей, самолетов, вертолетов или дирижаблей для выполнения поставленной целевой задачи поиска и спасания космических экипажей в заданных условиях при назначенной гарантийной вероятности события [15].

Основными ограничениями для проведения расчетов на «морском» (Тихоокеанском) участке траектории полета космического корабля являются параметры мобильности элемента системы ПСО, осуществляющего поиск и эвакуацию космонавтов, а также установленное заданием «плечо» патрулирования в воздухе или на воде.

На рисунке 12 представлены результаты моделирования, позволяющие сделать следующие частные выводы:

а) для полужестких дирижаблей:

– общее количество авиационных транспортных единиц, обеспечивающих максимальное *нормативное* время спасания (до 6 ч) космонавтов в открытом море при их аварийном спуске, на «плече» дежурства до 5000 км, составляет – 4;

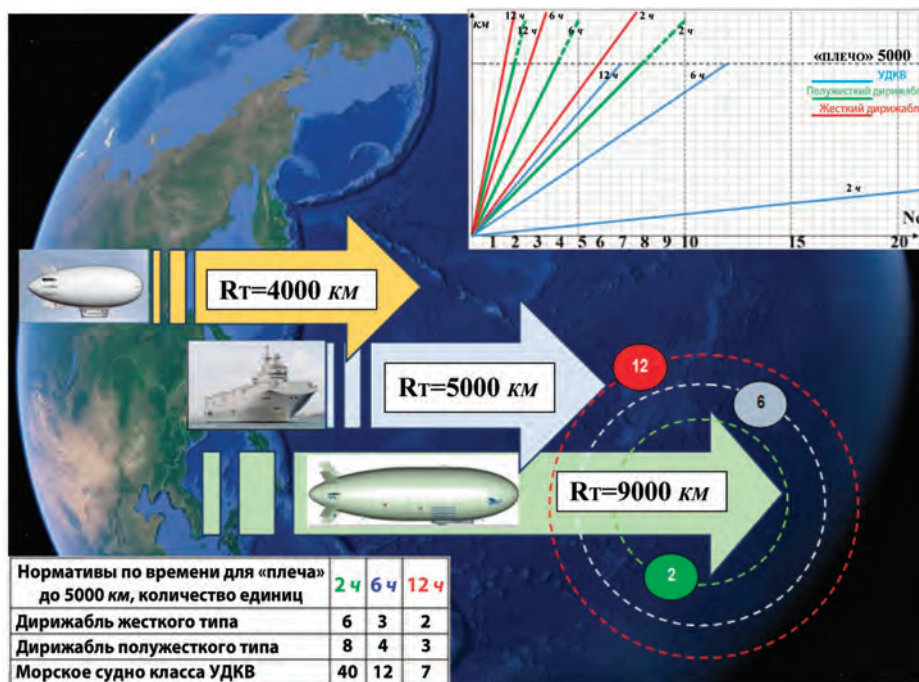


Рис. 12. К вопросу моделирования организации ПСО на Тихоокеанском направлении

- для условий *критического* времени спасания космонавтов (12 ч), на «плече» дежурства до 5000 км, их потребное количество составляет – 2;
- для условий обеспечения времени спасания космонавтов до 2 ч, на «плече» дежурства до 5000 км, их потребное количество составляет – 8;

б) для жестких дирижаблей:

- общее количество транспортных единиц, обеспечивающих максимальное *нормативное* время спасания (6 ч) космонавтов в открытом море при их аварийном спуске, на «плече» дежурства до 5000 км составляет 2...3, а на «плече» до 10 000 км – 5 дирижаблей;

- для условий *критического* времени спасания космонавтов (12 ч), на «плече» дежурства до 5 000 км, их потребное количество составляет – 1...2, а на «плече» до 10 000 км – 3;

- для условий обеспечения времени спасания космонавтов до 2 ч, на «плече» дежурства до 5000 км, их потребное количество составляет – 6, а на «плече» до 10 000 км – 12...13;

в) для любых морских спасательных судов с характеристиками не хуже УДКВ:

- общее количество транспортных единиц, обеспечивающих максимальное *нормативное* время спасания (6 ч) космонавтов в открытом море при их аварийном спуске, на «плече» дежурства до 5000 км составляет – 12;

– для условий *критического* времени спасания космонавтов (12 ч), на «плече» дежурства до 5000 км, их потребное количество составляет – 7;

– для условий обеспечения времени спасания космонавтов до 2 ч, на «плече» дежурства до 5000 км, их потребное количество составляет около 40.

При наличии в системе ПСО только двух УДКВ на максимально достижимом «плече» их дежурства до 5000 км, более дальний участок трассы выведения КК остается бесконтрольным, а вероятность решения задачи своевременного поиска и спасания (6 ч) при этом составит не более $P_{\text{УДКВ}} = 0,12$.

Выводы

Предварительный анализ, проведенный с использованием материалов, представленных в данной работе, позволяет сделать следующие выводы:

1) В настоящее время требуется оперативное проведение комплексных исследований по оценке качества и надежности применения существующих технических транспортных средств воздушного, морского и наземного базирования, обеспечивающих решение комплекса задач ПСО штатных и аварийных приземлений космических экипажей в регионе Дальнего Востока и акватории морей Тихого океана, а также разработка инновационных предложений по повышению их эффективности.

2) Вероятность аварийного прекращения штатного старта космического корабля исключительно мала, однако в истории советской и российской космонавтики указанные события уже происходили. Последнее из них для космодрома Байконур датируется октябрем 2018 года (Союз МС-10). Данное происшествие заставляет с особой ответственностью рассматривать проблему формирования комплекса поиска и спасания космонавтов для нового космодрома Восточный, характеризуемого особо сложными географическими и климатическим условиями.

3) По-видимому, опора разработчиков комплекса ПСО космодрома Восточный на использование традиционных авиационных и инновационных морских транспортных систем типа УДКВ является лишь частичным решением сложнейшей проблемы обеспечения космических пусков с новой стартовой площадки. Прежде всего, в данном случае, не достигаются цели обеспечения пусков с «полярными» наклонениями орбиты, а возможное количество военных и гражданских морских судов, привлекаемых к обеспечению стартов пилотируемых КК, не позволит эффективно «перекрыть» всю заданную акваторию Тихого океана. При этом существуют серьезные ограничения по дальности и мореходности кораблей класса УДКВ, отсутствует достаточная инфраструктура обеспечения их деятельности в Юго-Восточной Азии, суда не являются специально оборудованными и подготовленными спасательными транспортными средствами.

4) В то же время в мире вообще, и в нашей стране, в частности, существуют инновационные проекты и многолетний опыт применения универсаль-

ных транспортных средств, позволяющих решать большинство задач ПСО пилотируемой космонавтики. Таковыми являются жесткие и полужесткие пилотируемые гелиевые дирижабли различной грузоподъемности, представляющие собой современные ЛА, изготовленные с учетом действующих норм летной годности воздушных судов, на основе применения лучших российских разработок в области самолетостроения, двигателестроения, оболочечного производства, цифровой авионики и в сфере авиационной безопасности.

5) Расчетные ТТХ инновационных дирижаблей таковы, что их техническая и экономическая эффективность, определяемая, в том числе, на основании показателей, представленных в работе, превосходит все современные системы, предлагаемые для ПСО пилотируемых космических полетов.

6) Уникальным свойством ДС является их универсальность и возможность безопасного и результативного применения, как на морском Тихоокеанском театре, включая акваторию Охотского и Берингова морей, так и в Полярных регионах нашей планеты в условиях сложной ледовой обстановки, сильных ветров и обледенения.

7) Воздухоплавательные ЛА не обладают высокими скоростными характеристиками, однако располагаемый запас хода и экономичность двигательной установки позволяют производить морское и сухопутное патрулирование на дальностях, превышающих возможности автономных действий большинства морских судов и всех без исключения самолетных и вертолетных систем. Габариты ДС и их энергетика обеспечивают реализацию уникальных методов надежного спасания космонавтов и эвакуации корабля как на внешней подвеске, так и внутри гондолы дирижабля.

8) Топливная эффективность дирижаблей, рассмотренная в работе, позволяет обеспечивать новую рациональную экономику, что особенно актуально в условиях дефицита бюджетных средств, а также санкций, введенных против Российской Федерации.

9) В настоящее время в России сформированы условия для добычи отечественного гелия, что позволит значительно снизить себестоимость и повысить надежность работ по созданию и вводу в эксплуатацию воздухоплавательных систем любого класса и масштаба их производства.

10) Построение полноценной промышленной транспортной системы на базе десяти жестких и (или) полужестких дирижаблей – задача государственная и ее решение в интересах пилотируемой космонавтики возможно в период до 2025 года. Это позволит обеспечить достижение заданного уровня безопасности деятельности космодрома Восточный и сохранить высокий деловой авторитет российского эксплуатанта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Основы теории эффективности целенаправленных процессов / Петухов Г.Б. – Москва: МО СССР, 1989. – 635 с.

- [2] Крючков Б.И. Об оценивании эффективности технического обслуживания и ремонта КА // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(4). – 2012. – С. 52–66.
- [3] Дедков В.К. Принципы формирования критериев и показателей эффективности функционирования сложных технических систем // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 3–8.
- [4] Приказ № 22 Росаэронавигации от 03.04.2007 «Об утверждении Инструкции по поисково-спасательному обеспечению полета МКС с транспортными пилотируемыми кораблями «Союз».
- [5] Основы тактики надводных кораблей. // [Электронный ресурс] URL: <https://flot.com/science/tactic/surfacetactics.htm> (доступ свободный, дата обращения 09.10.2020.)
- [6] Крылья ВДВ СССР. Военно-транспортный самолет Ан-12 / Виктор Марковский, Игорь Приходченко. – Москва: Издательство «Яуза», «ЭКСМО», 2014. – 144 с.
- [7] Куликов И.Н. Безопасность эксплуатации дирижаблей в контексте развития аэрокосмических технологий. Исторический аспект // Программа XXVI Годиной Международной научной конференции Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН. 30 марта–3 апреля 2020. – С. 19.
- [8] Авианосцы легче воздуха / Ричард К. Смит, пер. с английского Бойко Ю.С. – М.: ПК «Воздух», 1999. – 336 с.
- [9] Куликов И.Н. Направления использования дирижаблей для решения задач пилотируемой космонавтики // Пилотируемые полеты в космос. – № 4(33). – 2019. – С. 92–105.
- [10] Дирижабли как средство развития континентальной ветроэнергетики. // [Электронный ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/334119636_Dirizabl_kak_sredstvo_razvitiya_kontinentalnoj_vetroenergetiki (доступ свободный, дата обращения 09.10.2020.)
- [11] Аэромеханика дирижабля / В.Т. Грумондз, Н.В. Семенчиков, О.В. Яковлевский – М.: Наука, 2017. – 424 с.
- [12] Economics of Airships for Northern Re-supply. // [Электронный ресурс] URL http://umanitoba.ca/faculties/management/ti/media/docs/AA04_airship_large1.pdf (доступ свободный, дата обращения 09.10.2020.)
- [13] Дирижабли / А.Н. Кирилин. – Москва: Издательство МАИ-ПРИНТ, 2013. – 416 с.
- [14] Кирилин А.Н. Создание воздушной транспортной системы на основе дирижаблей нового поколения для освоения труднодоступных регионов России // Крылья Родины. – № 1–2. – 2019. – С. 22–44.
- [15] Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

REFERENCES

- [1] The theory of the effectiveness of purposeful processes / Petukhov G.B. – Moscow: MO USSR, 1989. – p. 635.
- [2] Krychkov B.I. On the estimation of the efficacy of maintenance and repair of a space vehicle // Scientific Journal “Manned Spaceflight”. – No 2(4). – 2012. – pp. 52–66.
- [3] Dedkov V.K. Principles of the formation of criteria of the effectiveness of the functioning of complex technical systems // Reliability and Quality of Complex Systems. – 2013. – No 4. – pp. 3–8.

- [4] Order No 22 of Rosaeronavigatsiya dated 04/03/2007 “On approval of the Instruction for search and rescue support of the ISS flight with the Soyuz transport manned spacecraft”.
- [5] Basics of surface ship tactics. // [Electronic resource] URL: <https://flot.com/science/tactic/surfacetactics.htm> (free access, accessed 09.10.2020.)
- [6] Wings of the USSR Airborne Forces. An-12 military transport aircraft / Victor Markovsky, Igor Prihodchenko. –Moscow: “Yauza” Publishing House, “EKSMO”, 2014. – p. 144.
- [7] Kulikov I.N. Operational safety of airships in the context of the development of aerospace technologies. Historical aspect // Program of the XXVI Annual International Scientific Conference of S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology (RAS). March 30–April 3, 2020. – p. 19.
- [8] Aero carriers lighter than air / Richard K. Smith, Trans. from English by Boyko Yu.S. – Moscow: PC “Vozdukh”, 1999. – p. 336.
- [9] Kulikov I.N. Use of airships in human space exploration // Scientific Journal “Manned Spaceflight”. – No 4(33). – 2019. – pp. 92–105.
- [10] Airships as a means of developing continental wind energy. // [Electronic resource] URL: https://www.researchgate.net/publication/334119636_Dirizabl_kak_sredstvo_razvitiya_kontinentalnoj_vetroenergetiki (free access, accessed 09.10.2020.)
- [11] Airship aeromechanics / V.T. Grumondz, N.V. Semenchikov, O.V. Yakovlevsky. – Moscow: Nauka, 2017. – p. 424.
- [12] Economics of Airships for Northern Re-supply. // [Electronic resource] URL http://umanitoba.ca/faculties/management/ti/media/docs/AA04_airship_large1.pdf (free access, accessed 09.10.2020.)
- [13] Airships / Kirilin A.N. – Moscow: MAI PRINT Publishing House, 2013. – p. 416.
- [14] Kirilin A.N. Creation of an air transport system based on a new generation of airships for the development of hard-to-reach regions of Russia // Wings of the Motherland. – No 1–2. – 2019. – pp. 22–44.
- [15] Applied statistics: basics of modeling and primary data processing. Reference Edition / Ayvazyan S.A., Enyukov I.S., Meshalkin L.D. – Moscow: Finance and Statistics, 1983. – p. 471.