

УДК 621.396.946:629.783

DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/04>**Пономаренко С.О.**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Тачиніна О.М.**

Національний авіаційний університет

Лисенко О.І.Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Кисельов В.Б.**Навчально-науковий інститут муніципального управління та міського господарства
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського**Гуйда О.Г.**

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

**МОДЕЛЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ АЕРОКОСМІЧНОЇ СИСТЕМИ
РОЗГОРТАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ**

У роботі розглянуто питання розробки моделі національної аерокосмічної системи розгортання глобальної сенсорної мережі. Основна сутність проблеми полягає у виборі космічної системи, яка за своїми техніко-економічними показниками повністю задовольнятиме замовників та експлуатаційників. Проаналізовано основні типи космічних транспортних систем і реалізації різних принципів виведення корисних вантажів на орбіту Землі: «ракетний старт» і «повітряний старт». Показано особливості розвитку державного і приватного секторів космічної індустрії.

Актуальною залишається проблема зменшення вартості виведення вантажів на орбіту Землі. За допомогою «ракетного старту» не вдається задовольнити деякі принципові вимоги замовників, а саме виконати не менше 10 польотів за 10 днів при вартості кожного рейсу не більше 5 млн доларів США (це приблизно в 10 разів дешевше ціни на запуск за допомогою класичних ракет-носіїв). Останніми роками спостерігається інтенсифікація досліджень провідних космічних держав в області створення перспективних багаторазових авіаційно-космічних транспортних систем. Здебільшого це пов'язано із комерціалізацією космічної індустрії, яка набула стійкої тенденції у всьому світі.

Розглянуто сучасні вимоги до багаторазової авіаційно-космічної транспортної системи. Принципово важливим для всіх систем «повітряного старту» є суттєве зниження загальної вартості системи (розробка, виробництво, життєвий цикл), вартості пуску та питомої вартості виведення корисного навантаження. При цьому реалізується багаторазовість застосування елементів авіаційно-космічної системи при збереженні високої надійності, безпеки польотів та екологічності. Запропоновано основні концептуальні положення щодо складу, загального вигляду і основних льотно-технічних характеристик багаторазової авіаційно-космічної транспортної системи та основних характеристик його бортового інформаційно-управляючого комплексу.

Реалізація запропонованих концептуальних пропозицій по створенню багаторазової авіаційно-космічної транспортної системи не тільки відкриває нові перспективи в авіаційно-космічній індустрії, але й вирішує складні технічні проблеми у багатьох галузях науки і техніки, в тому числі в галузі аеротермодинаміки, конструкції двигунів, матеріалів, літакових систем, бортових інформаційно-управляючих комплексів і наземного обладнання.

Ключові слова: ракетний старт, повітряний старт, багаторазова авіаційно-космічна транспортна система, приватний космос, льотно-технічні характеристики, інформаційно-управляючий комплекс.

Постановка проблеми. Останніми роками спостерігається інтенсифікація досліджень провідних космічних держав в області створення перспективних багаторазових авіаційно-космічних транспортних систем. Здебільшого це пов'язано із комерціалізацією космічної індустрії, яка набула стійкої тенденції у всьому світі. Перелік секторів ринку космічної індустрії та кількість приватних компаній-учасників галузі постійно зростає [1].

Хоча ринок космічних апаратів почав формуватися відносно недавно, нині комерційні пуски – це один із найбільш динамічних і перспективних напрямів вкладання капіталів та отримання прибутку. Найяскравішим прикладом успіху у сфері приватної космонавтики є діяльність американської компанії SpaceX, яка у 2020 році першою у світі за допомогою власної ракети Falcon 9 на власному кораблі Dragon успішно запустила астронавтів на орбіту Землі [2], а також є лідером у створенні власної глобальної системи космічного високошвидкісного інтернету [3].

Сучасний досвід космічної діяльності державних космічних агентств і комерційних аерокосмічних фірм по виведенню корисних вантажів на різні навколосезонні орбіти показує, що нині створені різні типи космічних транспортних систем і реалізовані принципи виведення корисних вантажів на орбіту. Однак жодна із існуючих космічних систем за своїми техніко-економічними показниками повністю не задовольняє ні замовників, ні експлуатаційників.

Так, ракетний старт реалізують державні космічні агентства і приватні компанії (здебільшого американські): програми Американського космічного агентства НАСА (ракет типу Атлас, Сатурн, Дельта, програма Space Shuttle), Європейського космічного агентства ESA (ракет типу Вега, Скаут, Ariane, експериментальний багаторазовий корабель IXV – Intermediate eXperimental Vehicle), Російської державної корпорації «Роскосмос» (ракет типу Союз, Протон, Рокот, Ангара, проект «Буря»), Українського Державного космічного агентства (ракет типу Zenit, Дніпро, Циклон), Японського агентства аерокосмічних досліджень JAXA (демонстратор ракети багаторазового використання RVT), а також американські приватні компанії Boeing (космічний демонстратор технологій літакового типу X-37B, який запускався ракетою-носієм Atlas V і Falcon 9), SpaceX (ракет серії Falcon), Rocket Lab (двоступенева надлегка ракета-носій Electron), Orbital ATK (ракет-носії Мінотавр і Антарес), Sierra Nevada (космоплан

Dream Chaser, який буде виводитися на орбіту новою ракетою Vulcan).

Постановка завдання. Нині проблема зменшення вартості виведення вантажів на орбіту Землі залишається актуальною. За допомогою «ракетного старту» не вдасться задовольнити деякі принципові вимоги замовників, а саме виконати не менше 10 польотів за 10 днів при вартості кожного рейсу не більше 5 млн доларів США (це приблизно в 10 разів дешевше ціни на запуск за допомогою класичних ракет-носіїв).

Дослідження шляхів здешевлення космічної діяльності з виведення корисного навантаження на орбіту Землі було розпочато у 70-80-х роках минулого століття. У різних країнах проводяться інтенсивні пошуки оптимальних космічних транспортних систем, які б не мали недоліків систем ракетного старту та зберігали їх найкращі якості. Такими системами можуть стати повністю багаторазові авіаційно-космічні транспортні засоби нового покоління. Нині прискорюється розробка та введення в експлуатацію таких систем і вони вже почали займати своє місце в галузі космічної індустрії. Авіаційно-космічні транспортні системи інтегрують у собі вже існуючі та перспективні технології (авіаційно-космічні, гіперзвукові, ракетні), використовують відпрацьовані конструкторські рішення, нові матеріали, а також величезний комерційний і експлуатаційний досвід авіації.

Першим успішним прикладом авіаційно-космічної системи є успішна і багаторічна експлуатація в США (з 1990 року запущено 43 ракети) частково багаторазової авіаційно-космічної системи легкого класу «Пегас» [4; 5]. Протягом останніх 55 років у світі було розроблено низку проектів авіаційно-космічних систем «повітряного старту» для виведення вантажів на орбіту: багаторазові авіаційно-космічні системи на основі транспортного літака Ан-124 «Руслан» (Україна) («Оріль», «Interium Hotol»); багаторазові авіаційно-космічні системи на основі транспортного літака Ан-225 «Мрія» (Україна) («Макс», «Світязь», «Макс-Т» і літаючий космодром «Макс-ТК»); авіаційно-космічні системи на основі висотного літака М-55 «Геофізика» та літака-транспортувальника ЗМ-Т (Росія). Розробка авіаційно-космічного комплексу «Бурлак-Діана» на базі літака-носія Ту-160 (Росія) дійшла до стадії льотних випробувань, але була припинена через відсутність коштів у 1997 році (це європейський проект авіаційно-космічної системи «Hotol») [4; 6].

Нині принцип «повітряного старту» реалізується в авіаційно-ракетних системах американ-

ської приватної корпорації Virgin Group. Компанія Virgin Galactic з 2019 року проводить льотні випробування авіаційно-космічної системи на основі двофюзеляжного літака-розгонщика (космоплану) WhiteKnightTwo із суборбітальним кораблем багаторазового використання класу SpaceShipTwo, а компанія Virgin Orbit з 2019 року приступила до розробки ракети Launcher One для повітряного старту з літака Boeing-747 [7; 8].

Принципово важливим для всіх систем «повітряного старту» є суттєве зниження загальної вартості системи (розробка, виробництво, життєвий цикл), вартості пуску та питомої вартості виведення корисного навантаження. При цьому реалізується багаторазовість застосування елементів авіаційно-космічної системи при збереженні високої надійності, безпеки польотів та екологічності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Суттєвою проблемою створення повністю багаторазової авіаційно-космічної системи є високі технічні ризики, які здебільшого пов'язані з недостатнім досвідом створення таких систем. Тому при розробці концептуальних пропозицій по створенню в Україні повністю багаторазової авіаційно-космічної системи легкого класу використовувалися результати досліджень аналогічних перспективних систем США, Європи та Японії [9–11] і системний підхід до планування космічної діяльності, продемонстрований у [12; 13]. Міжнародний досвід стосується розробки багаторазових авіаційно-космічних систем, які призначені для виведення на низькі навколоземні орбіти корисного вантажу вагою більше 2000 кг. Такий досвід може бути використаний лише частково, тому за основу були взяті основні результати і висновки міжнародних досліджень.

Загалом були прийняті основні концептуальні положення щодо характеристик багаторазової авіаційно-космічної транспортної системи (далі – БТКС). БТКС повинна бути трьохступеневою і складатися із:

- літака-носія Ан-124-100 «Руслан» (радіус точки пуску від авіабази – 3000 км; максимальна злітна маса – 392 т);
- повітряно-космічного літака (далі – ПКС) із двома гіперзвуковими прямоточними повітряно-реактивними двигунами (максимальна злітна маса – 35 т; максимальна вантажопідйомність – 1 т);
- ракетного розгінного блоку (далі – РРБ) (максимальна тяга – 5 т);
- наземного комплексу типу «Авіабаза».

Загальний вигляд системи показано на рис. 1.

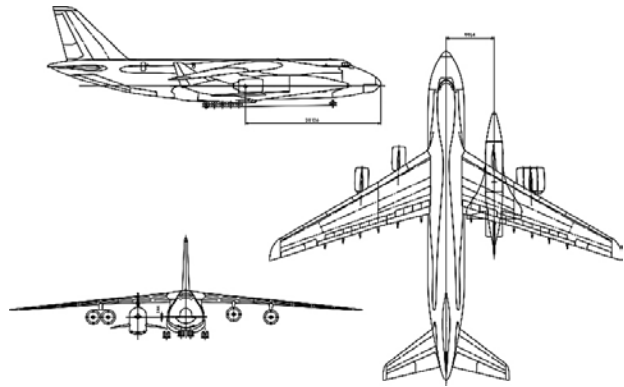


Рис. 1. Загальний вигляд БТКС

Загальні льотно-технічні характеристики представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Льотно-технічні характеристики БТКС

Максимальна злітна маса БТКС, тс	до 392
Максимальна маса ПКС, тс	до 35
Параметри польоту в точці старту ПКС:	
висота польоту, м	> 9500
швидкість польоту, км/г	> 750
кут нахилу траєкторії	> 20
Максимальні параметри польоту ПКС:	
висота польоту, км	> 90
швидкість польоту, число М	15-20
Параметри РРБ:	
максимальна маса, тс	5
висота польоту, км	> 300

Літак-носії Ан-124-100. В якості літака-носія використовується базовий сертифікований літак Ан-124-100. На спеціальному пілоні літака-носія замість правого внутрішнього двигуна здійснюється установка і кріплення безпілотного повітряно-космічного літака. Літак-носії злітає з аеродрому базування, в польоті запускає повітряно-космічний літак і повертається на авіабазу без проміжних посадок. Льотно-технічні характеристики літака Ан-124-100 подані в табл. 2.

Всередині фюзеляжу (у кабіні верхньої палуби) розташовується устаткування бортового стартowego комплексу, який забезпечує:

- підготовку, контроль стану і пуск повітряно-космічного літака;
- керування польотом повітряно-космічного літака і його поверненням;
- розділення із розгінним ракетним блоком і керування його польотом;
- розділення розгінного ракетного блоку з корисним навантаженням.

Існує досить великий досвід використання літака Ан-124-100 для вирішення подібних завдань, визначені його льотно-технічні характеристики на різних режимах польоту, відпрацьовано комплекс питань його наземного базування.

Можливості MRATS щодо збільшення маси корисного навантаження та забезпечення різноманіття нахилення орбіт супутників значно розширюються, якщо в якості літака-носія використати базовий літак Ан-225 «Мрія» (після його сертифікації).

Повітряно-космічний літак. Загальні льотно-технічні характеристики повітряно-космічного літака подані в табл. 3

Таблиця 2

Льотно-технічні характеристики літака Ан-124-100

Радіус точки пуску від авіабази, км	3000
Максимальна злітна маса, т	392
Максимальна вантажопідйомність, т	150
Максимальний запас палива, т	205
Двигуни: тип	Д-18Т
кіл * тяга, кН	3*234.3
Висота крейсерського польоту, м	9000-12 000
Швидкість крейсерського польоту, км/г	750-800
Потрібна довжина ЗПС для зльоту, м	3800
Розмах крила, м	73 300
Площа крила, м ²	628.5
Довжина літака, м	68 100

Таблиця 3

Загальні характеристики повітряно-космічного літака

Максимальна злітна маса, т	35
Двигуни: тип	Supersonic Combustion RAMJET
кілк. * тяга, кгс	2*16 600
Максимальний запас палива, т	27,0
Максимальна вантажопідйомність, т	1,0
Довжина літака, м	35,2
Розмах крил, м	11
Стріловидність крила, градуси (передня кромка)	33
Площа крила, м ²	72
Відносна товщина крила (корінева, кінцева), %	7 3
Площа киля, м ²	22,5
Висота киля, м	5,0
Стріловидність киля, град (передня кромка)	55
Довжина фюзеляжу, м	35
Відносне подовження передньої частини фюзеляжу	3,0
Відносне подовження задньої частини фюзеляжу	2,4

Мідель фюзеляжу, м ²	17,8
База шасі, м	20
Колія шасі, м	8
Висота пуску, км	9-12
Швидкість польоту, км/сек	0,02-4
Посадкова швидкість, м/сек	до 90
Потрібна довжина ЗПС для посадки, м	3500
Ширина смуги для розвороту на 180°, м	40

У вантажному відсіку літака довжиною ~ 10 м і діаметром ~ 3 м розташовується ракетний розгінний блок з корисним навантаженням ~ 1000 кг. У такі габарити вписуються практично всі сучасні комерційні космічні апарати вагою до ~ 1000 кг. Повітряно-космічний літак придатний для короточасного функціонування в якості космічної платформи для розміщення випробувальних стендів, дослідних і експериментальних лабораторій, апаратури спостереження та дистанційного зондування Землі та іншого.

Ракетний розгінний блок. Третім ступенем багаторазової авіаційно-космічної системи є ракетний розгінний блок на базі двигунної установки 11Д25 ракети-носія «Циклон». Основні технічні характеристики блоку подані в табл. 4.

Таблиця 4

Технічні характеристики блоку

Максимальна тяга, т	5
Тип двигуна	11Д25
Кількість *	1*
Максимальний запас палива, т	3,3
Максимальна вантажопідйомність, т	1,0
Довжина блоку, м	10,0
Діаметр, м	2,5

Енергетика силової установки ракетного розгінного блоку розрахована таким чином, щоб здійснювати довиведення корисного вантажу вагою до 1000 кг на полярну кругову орбіту висотою до 1000 км.

Склад і основні характеристики бортового інформаційно-управляючого комплексу БТКС

Інформаційно-управляючий комплекс має бути інтегрованим. Він повинен об'єднувати основні системи БТКС: бортову цифрову обчислювальну систему, систему управління рухом і навігацією, систему управління бортовим комплексом, бортовий радіотехнічний комплекс, систему бортових вимірювань, а також програмного забезпечення в єдиний бортовий комплекс управління. При цьому такі задачі навігації [14–20] та управління рухом [21–24] БТКС повинні вирішуватися з високою точністю:

– визначення поточних навігаційних параметрів руху літака-носія, повітряно-космічного

літака і корисного навантаження (супутників) із потрібною точністю і частотою надходження;

– резервування інформаційних систем для забезпечення високого рівня надійності бортового інформаційно-управляючого комплексу;

– аналітичне обґрунтування оптимальної програми для зміни тяги двигунів літака-носія і повітряно-космічного літака;

– обчислення оптимальної програми для зміни кута атаки, фазових координат і часу відділення повітряно-космічного літака;

– обчислення оптимальної програми для зміни кута атаки, фазових координат і часу відділення корисного навантаження (супутників);

– забезпечення групового запуску супутників і розведення їх по низьких орбітах Землі;

– забезпечення організації управління угрупованням (кластером) супутників.

Висновки. Реалізація запропонованих вище концептуальних пропозицій по створенню багаторазової авіаційно-космічної транспортної системи не тільки відкриє нові перспективи в авіаційно-космічній індустрії, а й вирішить складні технічні проблеми у багатьох галузях науки і техніки, в тому числі в галузі аеротермодинаміки, конструкції двигунів, матеріалів, літакових систем, бортових інформаційно-управляючих комплексів і наземного обладнання.

Список літератури:

1. List of private spaceflight companies // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_private_spaceflight_companies (date of access to the site: 10.08.2020).
2. Falcon 9 – First Orbital Class Rocket Capable of Reflight and Dragon. Sending Humans and Cargo into Space // Official website of the company SpaceX. URL: <https://www.spacex.com/vehicles> (date of access to the site: 11.08.2020).
3. Starlink. High Speed Internet Access Across the Globe // Official site of the Starlink project. URL: <https://www.starlink.com/> (date of access to the site: 10.08.2020).
4. Лукашевич В.П., Афанасьев И.Б. Космические крылья. М. : Изд. «ЛенТа Странствий», 2009. 496 с. (in Russian).
5. Гусынин В.П. Авиационно-космическая система «Пегас». Обзор по материалам открытой зарубежной печати за 1988-1996 гг. Проект “Pegasus” // Космічна наука і технологія. Том 4, № 1, 1998. С. 113–119 (in Russian).
6. Программа ВКС «Хотол» // Новости зарубежной науки и техники. Серия: Авиационная и ракетная техника. № 8, 1989. С. 19–33.
7. XS-1. Phase B: DARPA’s new space plane looks skyward // Aerospace site Airforce-Technology. URL: <https://www.airforce-technology.com/features/featurexs-1-phase-b-darpas-new-space-plane-looks-skyward-4809183/> (date of access to the site: 11.08.2020).
8. В США свернули разработку космолана XS-1 // Информационное агенство REGNUM. URL: <https://regnum.ru/news/it/2839520.html> (in Russian, date of access to the site: 10.08.2020).
9. Работы по перспективной МТКС RLV // ЭИ. Ракетная и космическая техника. 1996, № 23. С. 2–12.
10. Перспективы применения ВКС в Великобритании в 21 веке // Новости зарубежной науки и техники. Серия: Авиационная и ракетная техника. № 14, 1992. С. 8–12.
11. Исследования концепций ВКС в Японии // Новости зарубежной науки и техники. Серия: Авиационная и ракетная техника. № 15, 1990. С. 19–27.
12. Белоусов Д.Р. и другие. Перспективы развития частной космонавтики в России // Аналитический отчет. Автономная некоммерческая организация «Аналитический центр «АЭРОНЕТ», М., 2019, 130 с. (in Russian, date of access to the site: 10.08.2020).
13. Лукьяненко В.И., Цыбульский Г.А., Титаренко А.Н. Анализ задач и проектов создания авиационных ракетно-космических систем выведения космических аппаратов легкого класса // Ракетно-космическая техника. Серия XV, Вып. 2. Системные исследования в проектировании и обработке комплексов. М. : Изд-во ЦНИИМАШ, 1995. С. 68–85.
14. Микрин Е.А. Бортовые комплексы управления космических аппаратов : учебное пособие. М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 245 с.
15. Zakharin F.V., Ponomarenko S.A. Concept of Navigation System Design of UAV // IEEE 3-rd International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD). Proceedings. Kyiv, 2015, 13-15 october. P. 261–264.
16. Zakharin F.M., Ponomarenko S.A. On a scheme integration of inertial primary information sensors with on-board navigation correctors aircraft // IEEE 4-rd International Conference “Methods and systems navigation and movement control”, Proceedings. Kyiv, 2016, 18-20 October, Kyiv : National aviation university. P. 63–68.
17. Zakharin F., Ponomarenko S. Method of the Autonomous Initial Alignment of Strapdown Inertial Navigation Systems with Preliminary Autocalibration of Inertial Sensors for Unmanned Aerial Vehicles // IEEE

5-rd International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD-2019). Proceedings. Kyiv, Ukraine. 2019, 22-24 October. P. 265–291.

18. Ponomarenko S., Lysenko A., Tachinina O. Implementation of the CLEAN SPACE Concept Using Suborbital Spaceflights // Next-Generation Suborbital Researchers Conference, Broomfield, Colorado, USA, March 2-4, 2020. URL: <https://www.boulder.swri.edu/NSRC2020/Site5/Authors.html>.

19. Sushchenko O.A. “Features of control by two-axis gimballed attitude and heading reference system” in Proceedings of IEEE 3rd International conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2014), October 14-16, 2014, Kyiv, Ukraine, p. 190–193.

20. O.A. Sushchenko. “Optimal synthesis of electronic system for gyroscopic nautical compass stabilization” in Proceedings of IEEE 33rd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2013), April 16-19, 2013, Kyiv, Ukraine, p. 436–439.

21. O.M. Tachinina, O.I. Lysenko, I.V. Alekseeva. “Algorithm for Operational Optimization of Two-Stage Hypersonic Unmanned Aerial Vehicle Branching Path” // 2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC Kyiv, Ukraine, October, 16-18, 2018). K. : NAU, 2018, p. 11–15, doi: 10.1109/MSNMC.2018.8576319.

22. O.I. Лисенко, І.В. Чеканова, В.П. Гусинін, І.І. Сердюк, В.В. Жуков. Підходи до створення національної авіаційно-космічної системи легкого класу // Адаптивні системи автоматичного управління / Міжвідомчий науко-технічний збірник. Дніпропетровськ : Системні технології, 2001. Вип. 4(24). С. 39–44.

23. Valery Romaniuk, Olexandr Lysenko, Anton Romaniuk, Olexandr Zhuk. Increasing the Efficiency of Data Gathering in Clustered Wireless Sensor Networks Using UAV // Information and telecommunication sciences. Volume 11, Number 1. January-June 2020. P. 102–107.

24. Olexandr Lysenko, Miroslav Sparavalo, Olena Tachinina, Valerii Yavisya, Sergiy Ponomarenko. Feasibility Reasoning of Creating Ultra-Low Orbit Communication Systems Based on Small Satellites and Method of Their Orbits Designing // Information and Telecommunication Sciences, 2020, Volume 11, Number 1, January-June 2020, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. P. 59–70. URL: <http://infotelesc.kpi.ua/article/view/206620/206546>.

Ponomarenko S.O., Tachynina O.M., Lysenko O.I., Kyselov V.B., Huida O.H. MODEL OF THE NATIONAL AEROSPACE SYSTEM OF DEVELOPMENT OF THE GLOBAL SENSOR NETWORK

The paper considered the development model of the national aerospace system global sensor network deployment. The main essence of the problem is to choose a space system that will satisfy customers and operators in full in terms of its technical and economic indicators. The main types of space transport systems and the implementation of various principles of launching payloads into Earth orbit – “rocket launch” and “air launch” are analyzed. The peculiarities of the development of the public and private sectors of the space industry are shown.

The problem of reducing the cost of launching cargo into Earth orbit remains relevant. With the help of “rocket launch” it is not possible to satisfy some basic requirements of customers, namely – to perform at least 10 flights in 10 days at the cost of each flight no more than 5 million US dollars (this is about 10 times cheaper than the currently launched launch price with the help of classic launch vehicles). In recent years, there has been an intensification of research by leading space powers in the field of creating promising reusable aerospace transport systems. This is mainly due to the commercialization of the space industry, which has become a steady trend around the world.

Modern requirements to the reusable aerospace transport system are considered. Fundamentally important for all “air launch” systems is a significant reduction in the total cost of the system (development, production, life cycle), the cost of start-up and the specific cost of output payload. At the same time, the reusability of the elements of the aerospace system is realized while maintaining high reliability, flight safety and environmental friendliness.

The main conceptual provisions on the composition, general appearance and basic flight technical characteristics of the reusable aerospace transport system and the main characteristics of its onboard information and control complex are proposed. Implementation of the proposed conceptual proposals for the creation of a reusable aerospace transport system not only opens new perspectives in the aerospace industry, but also solves complex technical problems in many fields of science and technology, including aerothermodynamics, design, engines, materials, aircraft systems, onboard information and control systems and ground equipment.

Key words: *rocket launch, air launch, reusable aerospace transport system, private space, flight technical characteristics, information and control complex. (date of access to the site: 10.08.2020).*