

УДК 378:629.7:004

Концепція авіакосмічної системи у контексті підготовки фахівців з забезпечення комплексу її задач управління і застосування інформаційних технологій

Т.В. Лабуткіна

Проблематика. *Визначальні тренди технічного прогресу – розвиток інформаційних технологій і революційні підходи до практичного застосування космосу. В авіації є проривні здобутки у створенні різноманіття технічних реалізацій авіаційної техніки і її застосуванні. Все більш тісна взаємодія між авіаційними і космічними системами на рівні надання послуг, спільного вирішення задач. Недалеко перехід до великих авіакосмічних систем, зв'язаних в єдине ціле на основі інформаційних технологій і маючих функції постачання інформаційних технологій. Підготовка фахівців зі створення та експлуатації авіакосмічних систем стає все більш актуальною задачею та має на декілька кроків передувати новітнім здобуткам у цьому напрямку.*

Мета дослідження: *концептуальні розробки щодо створення авіакосмічної системи і освітніх програм підготовки фахівців з вирішення задач управління її літальними апаратами і їх цільовою апаратурою, управління цією системою, застосування і продукування інформаційних технологій в системі.*

Методика реалізації та результати досліджень. *На основі аналізу розвитку задач і технологій в галузі космічної і авіаційної техніки та перспектив їх поєднання запропонована концепція єдиної авіакосмічної системи з акцентом на комплексі питань управління такою системою, на інформаційні технології в цій системі. У контексті створення, розвитку і експлуатації авіакосмічної системи виділені особливості і спільне для трьох видів освітніх програм, згрупованих за підготовкою до відповідних груп задач: управління в космічних системах; управління в авіаційних системах; забезпечення авіакосмічної системи інформаційними технологіями та (або) постачання системою інформаційних технологій. Узагальнено розглянутий зміст навчального матеріалу рамках названих освітніх програм.*

Висновки. *Матеріали статті спрямовані на роботу щодо вдосконалення названих навчальних програм.*

Ключові слова: *космічна система, авіаційна система, інформаційні технології, авіакосмічна система, інженерна освіта, фахівець галузі задач авіакосмічної системи.*

Сформульована тема містить в собі два взаємопов'язаних тематичних напрямки. Перший напрямок присвячений розгляду тенденції розвитку авіакосмічної системи як єдиної системи, що містить в собі дві складових – космічну і авіаційну, аналізу спрямованих у майбутнє базові принципи її побудови, а також погляд на інформаційні технології як на стрижневу основу розвитку авіакосмічної системи. Тут при використанні формулювань космічна система, авіаційна система, авіакосмічна система мається на увазі наявний парк з одиниць або комплексів з елементарних одиниць відповідної техніки, які знаходяться безпосередньо в експлуатації, або у тій об іншій формі резерву, наземна інфраструктура забезпечення її функціонування, а також наявний інтелектуальний і виробничий потенціал зі створення всього різноманіття як літальних апаратів, так і наземних засобів забезпечення їх функціонування. Названа система передбачає різні види керування: 1) глобальне керування щодо її створення, розвитку, використання; 2) керування в поточному часі як складною системою з множини різноманітних, системно організованих елементарних складових (зараз таке керування локалізоване на рівні великих підсистем такої системи); 3) керування окремими одиницями техніки або угрупованням з таких одиниць (кожна окрема одиниця техніки також являє собою надскладну систему), це керування може бути зовнішнім, автономним, напівавтономним, Другий напрямок цієї роботи стосується аналізу питання підготовки фахівців, які на високому кваліфікаційному рівні, використовуючи потужний комплекс компетентностей, будуть вирішувати задачі забезпечення функціонування цієї системи, її проектування та подальший розвиток на основі втілення новітніх технічних рішень.

Погляд на єдність авіакосмічної системи представлений в різних роботах, в різних аспектах (наприклад, в роботі [1]). Розглядати в описаному вище сенсі авіакосмічну систему саме як єдину систему можна з врахуванням низки аспектів, деякі з них названі далі. Перший

аспект стосується того, що відбувається все більше “зрощення”, все більш тісне поєднання авіаційної і космічної систем (двох складових авіакосмічної системи) щодо надання послуг одна одній, а також з точки зору інтеграції функціональних можливостей кожної з цих складових для вирішення складних технічних задач і забезпечення потреб людства. Сьогодні відзначено все більш тісною взаємодією між технікою авіаційного і космічного сектору на рівні надання послуг, спільного вирішення задач. Сучасні технології застосування авіаційних літальних апаратів (всього їх різноманіття) надійно спираються на множину можливостей застосування супутникових навігаційних систем. Супутникові системи зв’язку вже є невід’ємною частиною комунікаційно-координаційного забезпечення задач авіації. А їх потужний розвиток, втілення у життя новітніх концептуальних рішень щодо принципів побудови та технологій застосування призводять до нових можливостей обміну інформацією в задачах, наближених до задач “реального часу” (у тому числі йдеться і про задачі дистанційного керування). Розглядаючи супутникові системи, головними функціями яких є функція зв’язку, слід відзначити, що до наземних користувачів цих систем все більш активно додаються користувачі авіаційного та орбітального базування (інакше – авіаційні і космічні користувачі). Перенесення інформаційних технологій в космос, яке передбачає не тільки передачу, а збереження і обробку інформації, надасть можливість мати супутниковій сегмент з масивом різнопланових актуальних даних, які стануть швидко доступні з будь якої точки польотної траєкторії і ефективно використані у процесі керування польотом. При цьому кожний конкретний літальний апарат при наявності засобів отримання і збереження різнопланової інформації може бути одним з джерел поповнення бази даних орбітального базування (дубльованої у наземній інфраструктурі, та оптимально використаної разом з нею).

Говорячи про спільне надання послуг авіаційним і космічним сегментами, слід згадати можливості транспортних і пускових послуг (які в певному сенсі також можна віднести до пускових послуг). При цьому в недалекому майбутньому можна буде побачити оригінальні комбінації таких технічних рішень, згідно яким і авіаційна і космічна техніка може ставати або постачальником, або користувачем послуг іншої. Актуальні проекти повітряного старту, який набуває нового сенсу при появі ракетноносіїв надлегкого класу, польоту суборбітальними траєкторіями. Авіаційна техніка може надавати послуги посадки (завершення космічного польоту) технічним об’єктами космічної техніки. Із використанням суборбітальних перельотів можна забезпечувати швидке транспортування різноманітних об’єктів авіаційної техніки. Слід також відмітити, що з’являється клас авіаційних об’єктів, які, якщо розглядати їх як транспортні об’єкти, набувають рис і авіаційної і космічної техніки (це стосується техніки, яка планується для реалізації суборбітальних перельотів, і не тільки).

Крім того, авіаційна і космічна техніка може стати в комплексі основою новітньої інформаційної системи, яка забезпечить отримання, обробку, передачу і збереження інформації). Ця система буде надавати послуги як для “земної діяльності” людства, так і для різнопланових аспектів функціонування самої авіакосмічної системи. Різноманітні космічні апарати дистанційного зондування Землі вже надають можливість наближати бачення об’єктів через відстань (і через товщу Землі), бачити їх з точністю до сантиметрів і міліметрів (у тому числі в малодоступних на Землі містах), і разом з тим “узагальнювати картинку”, надавати погляд у масштабі “віддалення”, використовувати можливості відсторонення не велику відстань.

Технології Internet піднімаються на орбіті Землі. Основою цього стає міжсупутниковий зв’язок, розвиток на орбітах Землі мереж з технікою комутації пакетів. Саме там, на множині орбітальних угруповань космічних апаратів, розташованих на різних висотах буде забезпечується передача даних земних (наземних і авіаційних) та космічних користувачів [2]. На орбітах Землі буде розгорнута обробка даних. Хмарні технології вже розгортаються у космосі, вони будуть підняти на верхні межі висот низькоорбітальних супутникових угруповань, на середньовисокі та високі угруповання (кожне з таких угруповань раціонально

використовувати з врахуванням наявності трьох названих класів користувачів супутникової системи). Туманні технології забезпечать послугами наземних і приземних користувачів (якими можуть бути як люди, так і технічні пристрої, наприклад, різноманітні датчики інформації) [3]. Також туманні технології невдовзі стануть основою швидкої обробки даних, джерелами якої будуть космічні апарати та потужний ешелон авіаційних літальних апаратів (зокрема, різні види безпілотної техніки). В супутникових системах різного призначення вже проглядається інтеграція різноманітних технологій, функція зв'язку між космічними апаратами починає ставати необхідною умовою для супутникової системи будь якого призначення (і все частіше, щоб забезпечити інтеграцію функцій супутникової системи, починають приходити до розподілених космічних апаратів [3]). Дивлячись на названі тенденції можна передбачати, що поступово супутникові системи різного призначення, побудовані на багатосупутникових угрупованнях, будуть поєднані в єдину гібридну систему, зв'язану у єдине ціле комунікаціями між космічними апаратами, яка інтегрує різноманітні функції і буде складатися з різних підсистем (де кожній підсистемі буде притаманна своя множина функцій, з яких можна виділити одну або декілька основних функцій).

А ще, людство все більш активно вивчає задачі розвитку орбітального сервісу, прагне застосувати його задля того щоб зробити космос безпечним (завдяки результативному очищенню від космічного сміття і підтриманню у незабрудненому стані), забезпечити більш високу ефективність космічної системи, підтримуючи орбітальну техніку у працездатному стані [4]. Тоді додатково до супутникових систем на великих угрупованнях регулярного характеру додається парк космічних апаратів, які у складі невеличких орбітальних угруповань (кластерів) стануть реалізовувати завдання орбітального сервісу [2, 4]. Доречи широке коло задач орбітального сервісу передбачає поєднання можливостей авіаційної і космічної техніки.

Все, про що сказано вище, вже розгортається на орбітах Землі, створюється в вигляді парку авіаційних літальних апаратів, активно вивчається і вже втілюється у життя. І створюючи нову авіаційну і космічну техніку, розвиваючи авіакосмічну систему, необхідно враховувати тренд на їх поєднання в єдину систему. Повноцінною така система не буде в рамках одної держави, вона має сенс в рамках співдружності держав (більш за все до цього призводить наявність космічного сегменту – великі супутникові системи огортають Землю, вони дуже часто створюються і застосовуються на міжнародному рівні). Можна сподіватися, що колись людство зможе подолати насилля, жах війни, несправедливість, перейти до розбудови життя, спираючись на ідеали справедливості і гуманізму, і до спільного, раціонального і безпечного використання можливостей космосу. Саме це дозволить розвивати і використовувати єдину гібридну космічну систему, як складову авіакосмічної системи.

Другий аспект стосується того, що інформаційні технології стають базовою, стрижневою основою функціонування як авіаційної, так космічної систем (як окремих одиниць техніки, так і на системному рівні), а також забезпечують їх поєднання в авіакосмічну систему. Інформаційні технології лежать в основі функціонування авіоніки літальних апаратів [5] і (якщо це не транспортний засіб цих видів техніки) цільової апаратури. Сучасні інтегрально-модульні системи авіоніки в авіаційній техніці, оснащені обчислювальною системою крейтмом, надсучасною бортовою локальною мережею та дозволяють розглядати функції бортових систем як програмні додатки, стають локомотивом втілення інформаційних технологій на борту літального апарату. Сучасні ракетносії мають не менш складні системи авіоніки. Космічні апарати, безпілотні літальні апарати мають високо інтелектуальні системи на борту для забезпечення функціонування бортової апаратури. Інформаційні технології, покладені в основу створення невеличких компактних угруповань космічних апаратів або безпілотних літальних апаратів авіаційної техніки (кластерів літальних апаратів). Для таких кластерів має бути забезпечена комунікація між ними, управління функціонуванням кластеру. Таке управління здійснюється на основі комплексу правил, які можуть передбачати як жорстку

централізацію управління в кластері, розподілене управління, і дуже часто – управління на основі мультиагентних технологій, при яких керування в групі переходить від одного до іншого на основі врахування поточних умов і задач. Управління в великій супутниковій системі має бути розподіленим на основі комплексу чітких алгоритмів, які забезпечують множину однозначних рішень. У загальному випадку здійснюється як управління рухом, так і управління застосуванням цільової апаратури (як для одного літального апарату, так і для системи літальних апаратів). Кожна система, авіаційна або космічна (на сьогоднішній час повноцінного поєднання в авіакосмічну систему не відбулося, і інтегрована єдина гібридна система поки ще не створена) передбачає керування на загальносистемному рівні (тою або іншою мірою поєднане управління із використанням людського ресурсу, і управління на основі автоматики і високих інформаційних технологій).

Виділимо декілька базових положень щодо підготовки фахівців зі створення та експлуатації авіакосмічних систем, задачі яких полягають в управлінні окремими об'єктами, або управління процесами на рівні системи. Унікальність конкретних освітніх програм з підготовки фахівців в області управління літальними апаратами, або системами на їх основі враховує вид техніки, який зараз в освітніх програмах, все ж таки, чітко можна віднести або до космічної, або до авіаційної (доречі, в рамках конкретної освітньої програми, яка присвячена вивченню авіаційної або комірної техніки, відбувається ще більша концентрація на вивченні того, або іншого підвиду відповідної техніки).

Але створення у майбутньому авіакосмічних систем потребує поглибленого вивчення іншої складової системи (“космічної” для фахівців у сфері створення і застосування авіаційної техніки та “авіаційної” для фахівців у галузі космічної техніки). І така тенденція все більш активно проглядається. Наприклад, більшість освітніх програм, які пов'язані з керуванням авіаційними літальними апаратами вже містить в собі, наприклад, дисципліну (або низку дисциплін), що стосується принципів побудови і технології застосування супутникових навігаційних систем. Необхідно особливо підкреслити введення великої частини матеріалу про космічний сегмент для освітніх програм, що спрямовані на вивчення управління авіаційною технікою (як, доречі, і для множини освітніх програм, які спрямовані на підготовку фахівців до “земної” сфери діяльності). Це спричинено тим, що через перенесення інформаційних технологій в космос, завдяки використанню можливостей навігаційних систем космічні технології починають “вростати” в наземні сфери діяльності людства. Розвиток інформаційних технологій, космічних технологій і революційні підходи до практичного застосування космосу стають визначальними трендами технічного прогресу. І підготовка фахівців багатьох сфер діяльності потребує глибоких знань і множини компетенцій у цих сферах. Поглиблені знання інформаційних технологій вже давно є не тільки необхідним на сьогоднішній доданком до будь якого виду освіти, а стрижневою основою підготовки сучасних фахівців зі сфери управління складними технічними об'єктами, якими є літальні апарати. Інформаційні технології покладені основу функціонування бортових систем літальних апаратів (авіоніки), лежать в основі функціонування корисного навантаження, забезпечують злагоджене використання угруповань космічних апаратів, тощо. Але за останні декілька років стало зрозуміло, що й підготовка фахівців в галузі інформаційних технологій стає неможливою без надання їм знань в галузі створення космічних систем, зокрема – знань з принципів побудови супутникових систем, на які буде перенесена значна частина навантаження щодо забезпечення потреби людства в сучасних інформаційних технологіях.

Введення додаткової складової змісту освіти у освітні програми за напрямками, про які йшлося вище, має здійснюватися не завдяки скороченню базових (“традиційних”) складових їх змісту, а завдяки нарощуванню обсягу знань і спектру компетентностей. Сучасний розвиток науки і техніки призводить до якісного стрибку у напрямку інтеграції різних сфер знань, потребує формування компетенції фахівців спиратися на синергетику застосування різнопла-

нових напрямків науки і техніки. І в багатьох випадках необхідними, наближеними за обсягом змісту знань і значущістю до базової складової змісту освітньої програми, являються складові, що стосуються знань космічних технологій і поглиблених знань інформаційних технологій. Немає сумнівів, що обсяг навчального матеріалу має ставати більшими, а можливість його опановувати має спиратися на потужний комплекс сучасних методів навчання, які, не знижуючи якість результату, забезпечують його прискорення та інтенсифікацію [6].

Список літератури

1. Н. Жмур, «Розвиток авіакосмічної промисловості України», Юридичний вісник, № 2 (51), С. 24-20, 2019 . http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Np nau 2019 2 5
2. Т. Лабуткіна, М. Перепелиця «Концепція кластеру космічних апаратів з адаптивним до зміни задач орбітальним угрупованням як складова супутникової інтерсистеми» представлена в матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції Trends in science and practice of today. Proceedings, Стокгольм, Швеція, 2022. Available: <https://isg-konf.com/trends-in-science-and-practice-of-today-3/>, 2022
3. М. Ільченко, Т. Наритник, В. Присяжний, С. Капштик, С. Матвієнко, «Низькоорбітальна супутникова система інтернету речей на базі розподіленого супутника», Космічна наука і технологія, № 4 (125), С. 57-85, 2020. <https://doi.org/10.15407/knit2020.04.057>
4. В. Васильєв, Л. Годунок, С. Матвієнко «Орбітальний сервіс — крок до подальшого освоєння навколоземного космосу», Космічна наука і технологія, № 3 (130), С. 39-53, 2021. <https://doi.org/10.15407/knit2021.03.039>
5. Г. Калашник, М. Калашник-Рибалко, «Ознаки та критерії функціональності інтегрованого комплексу бортового обладнання сучасного повітряного судна та перспективи напрямку його розвитку». Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, № 2(68), С. 7-15, 2021.
6. Н. Бурдейна, «Оптимізація ті інтенсифікація як основні чинники підвищення ефективності навчального процесу у вищій школі», Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі, Вип.7, С. 20-24, 2011. <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/15409>

The Concept of the Aerospace System in the Context of Training Specialists to Ensure the Complex of Its Management Tasks and the Application of Information Technologies

T.V. Labutkina

Background. The defining trends of technical progress are the development of information technologies and revolutionary approaches to the practical use of space. In aviation, there are breakthroughs in the creation of a variety of technical implementations of aviation equipment and its application. Increasingly close interaction between aviation and space systems at the level of service provision, joint problem solving. The transition to large aerospace systems connected into a single entity on the basis of information technologies and having the function of supplying information technologies is not far away. The training of specialists in the creation and operation of aerospace systems is becoming an increasingly urgent task and should be several steps ahead of the latest achievements in this direction.

Objective: conceptual developments regarding the creation of an aerospace system and educational programs for training specialists in solving the problems of managing its aircraft and their target equipment, this system management, application and production of information technologies in the system.

Methods. Results. On the basis of the analysis of the development of tasks and technologies in the field of space and aviation technology and the prospects of their combination, the concept of a single aerospace system is proposed with an emphasis on the complex of issues of managing such a system, on information technologies in this system. In the context of the creation, development and operation of the aerospace system, the features and common features of three types of educational programs are highlighted, grouped by preparation for the corresponding groups of tasks: management in space systems; management in aviation systems; provision of the aerospace system with information technologies and (or) providing information technology by the system. The content of the educational material within the framework of the mentioned educational programs is generally considered.

Conclusions. The materials of the article are aimed at improving the mentioned educational programs.

Keywords: space system, aviation system, information technology, aerospace system, engineering education, specialist in the field of aerospace system tasks.