

УДК: 004.4:004.738.5(045)

Р.А. Колісниченко

ПОБУДОВА СЕРВІСНО-РЕСУРСНОЇ МОДЕЛІ ПІЛОТАЖНОЇ КАБІНИ АВІАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРА

Розглянуто методику побудови сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни» авіаційного тренажера. Представлено структуру авіаційного тренажера як сукупність програмно-апаратних вбудованих систем реального часу які об'єднані розгалуженою інформаційно-телекомунікаційною мережею. Приведено визначення ІТ-сервісів пілотажної кабіни та розробку сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни».

Ключові слова: авіаційний тренажер, ІТ-інфраструктура, ІТ-інфраструктура авіаційного тренажера, ІТ-сервіс, сервісно-ресурсна модель.

Вступ

Розвиток рівня технічного забезпечення дозволив розширити межі використання авіаційних тренажерів (АТ) для підготовки, періодичних перевірок, перенавчання пілотуванню на інших моделях літаків, відпрацюванні льотних годин пілотами на різних моделях літаків. Складність, вартість і умови експлуатації сучасних літаків також сприяли розширенню сфер застосування прогресивних методів моделювання літальних апаратів. АТ мають змогу забезпечувати більш поглиблену підготовку, ніж на літаку, створити відповідні та безпечні умови для навчального процесу пілотів. Точність відтворення поведінки літака, що забезпечується сучасними тренажерами, дозволяє дати адекватну оцінку рівню підготовленості пілота і гарантувати, що продемонстровані ним уміння та навички будуть проявлені на літаку. Важливими чинниками застосування АТ для навчання пілотів є економія пального і зменшення несприятливого впливу на довкілля.

З удосконаленням бортових систем літаків, АТ також стають дедалі складнішими. Для побудови сучасних АТ необхідно розробляти нові методологічні підходи, що дають змогу раціонально в стислі терміни і з максимальним економічним ефектом виконувати завдання з розробки як апаратного, так і програмного забезпечення (ПЗ) даного виду обладнання.

В статті приведена методологія розробки сервісно-ресурсної моделі (СРМ) кабіни пілота АТ як частини процесу роз-

робки АТ методом ІТ-інфраструктурно-орієнтованої програмно-апаратної архітектури.

Постановка задачі

АТ є наземним авіаційним обладнанням [1]. Вони мають складну розподілену програмно-апаратну архітектуру яка складається з великої кількості предметно-орієнтованих вбудованих систем реального часу. В АТ основною складовою частиною системи є кабіна пілотажна (КП), тому що в ній виконуються всі види практичних робіт по навчанню та злагодженню роботи екіпажу літака. Так як КП забезпечує допільотне навчання та навчання техніки пілотування, вона повинна бути виконана в повній відповідності до КП реального літака. Це означає що розташування, функціональна і геометрична відповідність елементів обладнання має точно копіювати їх штатне розміщення в кабіні літака.

Для ефективної роботи КП необхідно забезпечити узгоджену роботу великої кількості різнорідних складових, інтегрувати слабо зв'язані програмні одиниці прикладного ПЗ, вирішити проблеми переходу від управління окремими розрізненими мережами, обчислювальними ресурсами (ОР) і програмами до повного комплексного, процесно-орієнтованого управління інформаційно-телекомунікаційною системою (ІТС) націлену на результативне і ефективне використання ІТ

ресурсів та функціонального обладнання (ФО) АТ.

Для належного функціонування КП, яка формує і підтримує процеси діяльності АТ, необхідно створити відповідну ІТ-інфраструктуру, що дає можливість ефективно використовувати інформаційні, телекомунікаційні і функціональні ресурси системи враховуючи зв'язки предметної області та ІТ-сервісів АТ з функціонуванням реального літака. При цьому всі підсистеми мають бути об'єднані в систему зі спільною метою і завданнями та єдиним управлінням. За допомогою такої централізованої системи управління з'явиться можливість здійснювати не тільки керування окремими пристроями, обладнанням, програмами чи ресурсами системи, а й виконувати інтегроване управління всіма компонентами і ІТ-інфраструктурою в цілому, підпорядковуючись єдиній меті.

В структурній схемі АТ КП займає ключове місце тому, що вона є найскладнішою в розробці складовою частиною тренажера як для апаратного так і програмного забезпечення. Для побудови ІТ-інфраструктури КП потрібно визначити ІТ-сервіси, розробити та реалізувати СРМ.

Суть методу побудови ІТ-інфраструктурно-орієнтованої програмно-апаратної архітектури АТ виражається в послідовному виконанні трьох етапів [2]:

1) визначення ІТ-сервісів. Першою стадією етапу є визначення процесів діяльності АТ. Далі, для кожного з процесів діяльності виконується призначення функціональних можливостей. Для забезпечення даних функціональних можливостей призначаються ІТ-сервіси;

2) розробка структури ІТ-сервісів – СРМ. Виконується розробка вимог до ІТ-сервісу. За аналогією з літальним апаратом створюється структурна схема АТ. Завершальною стадією другого етапу є побудова СРМ;

3) реалізація СРМ. Виконується покрокове перенесення складових СРМ на програмно-апаратну платформу: ПЗ (ОС, прикладне ПЗ), ОР (ПК, МК, та ін.), телекомунікація (мережа, концентратори, ко-

мунікатори, та ін.). Після цього проводиться робота по інтеграції програмно-апаратної платформи з ФО.

Узагальнена програмно-апаратна архітектура авіаційного тренажера

Опираючись на роботи [3, 4] представимо структуру АТ як сукупність програмно-апаратних вбудованих систем реального часу які з'єднані між собою розгалуженою інформаційно-телекомунікаційною мережею (ІТМ) (рис. 1).

Таке представлення на відміну від приведених в [2, 4] дає змогу краще зрозуміти будову підсистем та їх зв'язків для розробки ІТ-інфраструктури АТ. До апаратного забезпечення входять обчислювальні ресурси (ОР), обладнання ІТМ, бортове обладнання, система електроживлення та ін. Якщо взяти до уваги розміщення виконавчих систем та функціональних вузлів то, як правило, робоче місце інструктора (РМІ) і КП локалізовані в різних місцях приміщення навчального центру. КП розміщена безпосередньо на рухомій платформі (РП). До складу КП входять наступні системи: система звукового супроводу (СЗС), система візуалізації (СВ), приладова панель (ПП), навігаційна система (НС), система збору даних (СЗД), система радіозв'язку, система вентиляції та кондиціювання. СВ є розподіленою системою, так як її компоненти локалізовані в різних місцях: екран (чи екрани) розміщені перед пілотами за передніми оглядовими вікнами КП що дає змогу отримати максимально реалістичне зображення. ОР СВ розміщені як правило за екранами або в серверній кімнаті АТ. Обладнання інших систем знаходяться в КП.

РМІ представляє собою автоматизоване робоче місце інструктора, на базі персонального комп'ютера з відповідним апаратно-програмним забезпеченням та призначений для установки початкових умов польоту, контролю якості пілотування, імітації взаємодії пілотів з диспетчером, управління імітацією відмов літака. Інструктор за допомогою РМІ має змогу впливаючи на органи керування вибирати льотне завдання; задавати об-

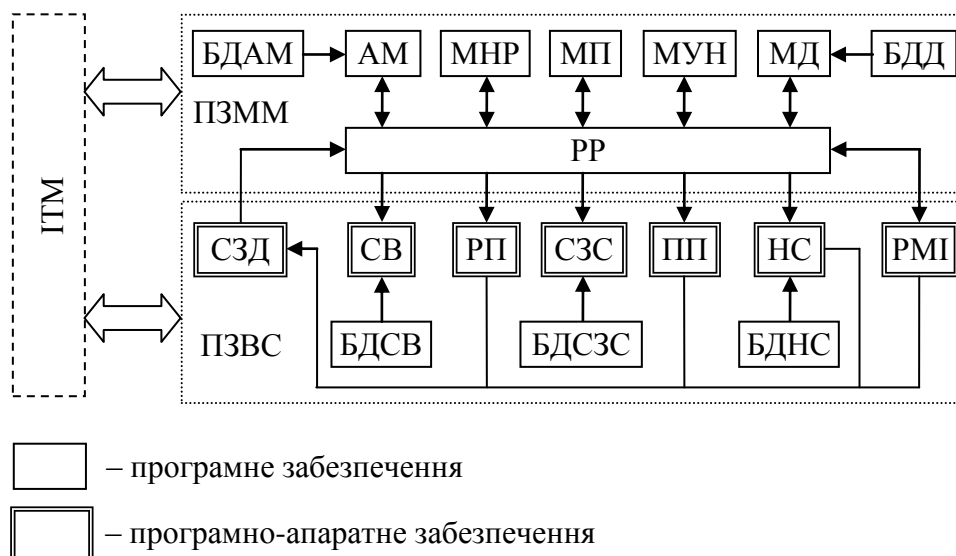


Рис. 1. Абстрагована програмно-апаратна архітектура сучасного авіаційного тренажера

ставини польоту (погода, аварійні ситуації, відмови обладнання літака, тощо); сприймаючи візуальну інформацію відслідковувати параметри польоту.

До складу РМІ входять апаратно-програмні елементи (обладнання, інтерфейс РМІ, ПЗ) та процеси (управління і контролю навчання; інформаційний обмін). Інтерфейс РМІ [5] виконує функції надання інструктору інформації про перебіг польоту та здійснення управління тренажером – є користувацьким інтерфейсом інструктора АТ. До його складу входить безліч інтерфейсних елементів (елементи для відображення інформації та для управління процесом навчання). Органи управління, які розташовані на РМІ, дозволяють інструктору управляти усіма режимами необхідних систем і переводити бортові системи в особливі або аварійні режими роботи.

До ПЗ АТ відносяться операційні системи (ОС) та прикладне ПЗ що розроблене для виконання відповідних математичних обчислень та обробки інформації яка надходить від органів управління, сенсорів та ін. На приведеній на рис. 1 структурі АТ явно не показані ОР та ОС щоб сконцентрувати увагу на основних аспектах необхідних для побудови ІТ-інфраструктури. Дана структурна схема складається з ПЗ математичної моделі (ПЗММ) до якого входять наступні частини:

- рівняння руху (PP) – вони визначають стан АТ, враховують усі вхідні дані з органів управління літака, швидкість і напрямок вітру, аеродинамічні умови і стан двигуна, для обчислення змінних, які представляють стан літака, що моделює АТ, силу тяги, момент, відносно положення літака, висоту, курс і швидкість;
- аеродинамічна модель (АМ) зі своєю базою даних (БДАМ) застосовується для моделювання впливу на PP геометричних розмірів літака та стану навколишнього середовища;
- модель наземного руху (МНР) використовується при моделюванні зльоту, посадки та руху по аеродромі;
- модель погоди (МП) визначає вплив стану навколишнього середовища на літак під час польоту;
- модель управління навантаженням (МУН) враховує вплив повітряного потоку на зовнішні елементи управління (рулі висоти, елерони, поворотні рулі) та положення літака в просторі;
- модель двигуна (МД) з базою даних (БДД) описує режими роботи двигуна літака.

До складу ПЗ вбудованих систем (ПЗВС) входить наступне ПЗ:

- системи візуалізації (СВ) з базою даних (БДСВ) для створення візуаль-

ної інформації про зовнішнє оточення літака при виконанні пілотами польотного завдання;

- рухомої платформи (РП) – створює імітацію гравітаційного впливу на пілотів;
- системи звукового супроводу (СЗС) з базою даних (БДСЗС) забезпечує звуковий супровід в КП під час пілотування;
- приладової панелі (ПП) імітує функціонування авіаційних приладів під час виконання льотного завдання;
- навігаційної системи (НС) з базою даних (БДНС) створює імітацію руху літака в повітряному просторі – забезпечує адекватну зміну географічних координат літака під час руху;
- системи збору даних (СЗД) призначеної для збору даних з елементів АТ (РП, ПП, НС, РМІ).

Для відповідного функціонування ПЗММ та ПЗВС необхідні ОР зі встановленими на них ОС. Зв'язковою ланкою між конфігураційними елементами АТ служить ІТМ. Вона забезпечує зв'язок між РМІ, або пультом інструктора (ПІ), СВ польоту, КП до якої входять СЗС, СЗД, НС, ПП. Завдяки інформаційному обміну [5] забезпечується функціонування КП як частини розподіленого інформаційно-моделювального комплексу, що отримує і відправляє інформацію через ІТМ, на РМІ, РП, СВ та інші частини АТ. Ці складові в залежності від конкретної моделі АТ мають в своєму складі різні за кількістю і складністю кінцеві виконавчі підсистеми, ПЗ та ФО.

РМІ призначене для установки початкових умов польоту, контролю якості пілотування, імітації взаємодії пілотів з диспетчером, управління імітацією відмов літака. Може мати у своєму складі апаратно-функціональну (органи керування, прилади індикації, ОР) і програмну (ОС, ПЗ РМІ) частини. ІТМ використовується для забезпечення безперервного обміну даними між ОР АТ (персональні та промислові комп'ютери, програмовані логічні контролери та ін.). РП створює імітацію гравітаційного впливу на пілотів під час

виконання тренувальних польотів, складається з апаратної (рухома платформа, ОР) і програмної (ПЗ РП) частини. РП створює сприйняття пілотом відчуття руху що відповідає руху літака, еквівалентне тому, що створюється синергетичною системою на основі РП для відтворення наступних явищ:

- 1) тряски на землі при випуску повітряних гальм (інтерцепторів) і реверсі тяги;
- 2) поштовхів після відриву носової і основних стоек шасі;
- 3) тряски при випуску і прийманні шасі;
- 4) тряски в повітрі при випуску закрилків і інтерцепторів;
- 5) тряски при зриві потоку до досягнення швидкості звалювання V_c (V_s) при великих значеннях швидкості;
- 6) відчуттів, що відповідають реальним, у момент торкання коліс основних і носовій стоек шасі поверхні злітно-посадкової смуги (ЗПС);
- 7) характерних видів тряски залежно від умов польоту літака, які можуть відчуватися в КП (наприклад, при високій швидкості, при випущених шасі, закрилках, розвороті носового колеса при рулюванні).

КП призначена для ознайомлення пілотів з пілотажною кабіною реального літака, з роботою приладів, елементів управління що розташовані в кабіні. До її складу входять наступні системи: СЗД, СЗС, ПП, НС. Дані системи складаються з апаратної (органи керування, прилади індикації, імітатори функціональних вузлів і комунікаційної апаратури, ОР) і програмної (ПЗ КП) частин.

СЗС забезпечує звуковий супровід в КП під час пілотування, складається з апаратної (підсилювач потужності, аудіо система, ОР) і програмної (ПЗ СЗС) складових частин. СЗС створює звуки в КП, що мають значення для пілотів і викликані їх діями, відповідають тим, які чути на літаку; звуки, що створюються атмосферними опадами, склоочисниками, і інші шуми літака, що мають значення для пілотів і сприймаються ними в звичайних

польотах, а також відтворюється звукова картина руйнування літака у разі моделювання приземлення з параметрами що виходять за допустимі межі. Реалістично відтворюються амплітуда і частота звуків і шумів в КП, включаючи звуки, що створюються двигунами і планером. Ці звуки скоординовані з модельованими погодними умовами.

СВ в АТ використовується для створення візуальної інформації про зовнішнє оточення літака при виконанні пілотами польотного завдання. До її складу входять апаратна (проектор, відео екран (екрани), ОР) і програмна (ПЗ СВ) частини. Реакція СВ добре узгоджується з реакцією приладів в КП і з первинною реакцією РП, що забезпечує інтегральне сенсорне сприйняття руху. Вказані системи реагують на різкі дії пілота, в каналах тангажа, крену і ризику із запізненням, що не перевищує 150 мілісекунд, але не раніше, ніж в тих же умовах реагував би на них сам літак.

Визначення ІТ-сервісів КП

АТ належить до наземного обладнання, за допомогою якого можливо економно проводити навчання, тренування пілотів та екіпажів літаків для відпрацювання маневрів під час зльоту, посадки та польотів на відповідних моделях авіаційної техніки. При цьому АТ дає пілотам відчуття що максимально наближені до реальних (звук, зображення, гравітаційний вплив). Його встановлюють як стаціонарне обладнання в навчально-тренувальних центрах, навчальних закладах для підготовки льотного складу екіпажів військових та цивільних літальних апаратів, а також в розважальних закладах. Тому, основними процесами діяльності АТ є [2]: здійснення льотної підготовки по отриманню пілотами професійних льотних навичок; комплексного навчання техніці пілотування, навігації, розпізнавання і знаходження шляхів виходу з небезпечних ситуацій, критичних режимів польоту, надання можливості не підготовленим користувачам відчувати себе в ролі пілота, то що. Учасниками процесів діяльності є екіпаж літака (пілоти) які під час про-

ходження тренування перебувають в КП – виконують польотні завдання, та інструктор, який знаходиться на РМІ – видає завдання, слідкує за його виконанням та аналізує результати. Тобто, безпосередніми користувачами ІТ-сервісів АТ є пілоти та інструктор.

ІТ-сервіс (IT-service) [6] – це сукупність ІТ-послуг по наданню користувачам деякого переліку технічних і організаційних рішень, які забезпечують підтримку однієї або декількох процесів діяльності (бізнес-функцій чи бізнес-процесів) споживачів і сприймається ними як єдине ціле. Набір ІТ-сервісів, необхідних різним користувачам – індивідуальний і великою мірою залежить від галузі, розмірів організації, рівня автоматизації, кваліфікації персоналу, стратегії розвитку і т. ін.

Для визначення ІТ-сервісів потрібно виділити основні процеси діяльності (бізнес-процеси). Далі кожному з процесів діяльності визначаються функціональні можливості (функції діяльності чи бізнес-функції). Щоб розділити процеси діяльності на функціональні можливості необхідно виконати послідовне визначення переліку всіх можливих функцій, з яких він складається. Призначення ІТ-сервісів виконується для визначених функціональних можливостей, що дасть змогу побудувати ІТ-інфраструктуру КП.

Будь-який процес діяльності Pa забезпечується завдяки наявності відповідних функціональних можливостей Fp_i , $i = 1, \dots, n$, де n – кількість функціональних можливостей відповідної ІТ-інфраструктури таким чином що

$$Pa = \sum_{i=1}^n Fp_i . \quad (1)$$

Кожна функціональна можливість може використовувати різну кількість ІТ-сервісів із набору ІТ-сервісів АТ: $ITc_1, ITc_2, \dots, ITc_n$, де n – кількість ІТ-сервісів відповідної ІТ-інфраструктури.

Функціональні можливості можуть використовувати як однакові ІТ-сервіси із переліку необхідних, так і різні ІТ-сервіси. Виходячи з характеристик ІТ-сервісу ви-

конується вибір та адаптація стандартних або розробка нових конфігураційних елементів uc_{np} , де n – кількість ІТ-сервісів, p – кількість конфігураційних елементів які зводяться в матрицю конфігураційних елементів:

$$\begin{pmatrix} uc_{11}, uc_{12}, \dots, uc_{1p} \\ uc_{21}, uc_{22}, \dots, uc_{2p} \\ \dots \\ uc_{n1}, uc_{n2}, \dots, uc_{np} \end{pmatrix} \quad (2)$$

В матриці конфігураційних елементів (2) кожна стрічка описує набір конфігураційних елементів відповідного ІТ-сервісу.

Пілоти перебуваючи в КП АТ повинні мати змогу наочно ознайомлення з КП реального літака, з роботою всіх приладів, а також отримання навичок використання елементів управління і обладнання

розташованого в кабіні. Використання АТ дає можливість пілотам відпрацьовувати льотне завдання (пілотами здійснюється фізичний вплив на органи керування); відслідковувати параметри польоту (візуальна інформація з приладової панелі); сприймати зміну зовнішнього оточення під час пілотування (візуальна інформація про навколишнє середовище літака при виконанні польотного завдання) та звуковий супровід під час пілотування (імітація звукового фону в кабіні АТ для забезпечення слухової інформації про режими роботи силової установки при зльоті, посадці і польоті літака); відчувати імітацію реального гравітаційного впливу при управлінні літаком. Після ретельного аналізу вищесказаного розробляється перелік основних процесів діяльності та функціональних можливостей які повинна виконувати КП АТ, табл. 1.

Таблиця 1. Основні процеси діяльності та функціональні можливості КП АТ

№	Процес діяльності	Функціональні можливості
1	Допольотне навчання	Ознайомлення екіпажу з КП, роботою всіх приладів, елементів управління і обладнанням що розміщене в кабіні літака
		Навчання всім заданим операціям, перевіркам і контролям на борту літака, що виконуються перед польотом
		Виконання навчання в управлінні силовими установками, системами літака, електронним і спеціальним обладнанням, їх перевірки
2	Навчання техніки пілотування	Тренування підйому в повітря повітряного судна в нормальних та екстремальних умовах
		Тренування у виконанні керованих заходів на посадку по приладах і посадочних маневрів залежно від специфічних умов аеродрому
		Навчання пілотування в нормальних і складних умовах (ознайомлення з аеродинамічними параметрами і характеристиками літака)
		Тренування польотів по маршруту із використанням радіотехнічних засобів і засобів зв'язку
		Тренування дій екіпажу літака при виникненні у польоті різних відмов і непередбачених ситуацій

Для визначених функціональних можливостей призначаються ІТ-сервіси як технічні або професійні ІТ можливості, які дозволяють забезпечити повноцінне виконання визначених функціональних можливостей або підтримувати ці функціональні можливості. В даному випадку це будуть наступні ІТ-сервіси що забезпечуються прикладними системами КП:

- підтримка функцій пілотажної кабіни;
- забезпечення функціонування імітатора шуму;
- візуалізація польоту;
- управління рухомою платформою.

Розробка сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни»

Структура ІТ-сервісу чітко описується СРМ [7]. СРМ визначає взаємозв'язки ІТ-сервісів і всіх апаратних та програмних ресурсів (елементів конфігурації), що забезпечують функціонування кожного окремого ІТ-сервісу. Практична цінність актуальної СРМ полягає у тому, що з її допомогою можна визначити міру впливу статусу (наприклад, доступності) будь-якого окремого елемента конфігурації на стан ІТ- і бізнес-сервісів. Розробка СРМ надання ІТ-сервісів, припускає [7]: виділення основних типів ІТ-сервісів; систематизацію ресурсів по кожному ІТ-сервісу, задіяних в його наданні і підтримці; розробку метрик і показників якості ІТ-процесів і сервісів.

Сервісно-ресурсна модель (СРМ) – це модель, що описує сервіси і використовувані ними ресурси, а також їх властивості та відношення, типові для надання певної ІТ-послуги. Ця модель призначена для відстеження взаємозв'язків сервісів і ресурсів, що їх забезпечують.

Формування на основі методології ІТІЛ (IT Infrastructure Library – бібліотека інфраструктури інформаційних технологій) СРМ, що визначає взаємозв'язок і

вплив ІТ-інфраструктури АТ на функціональні можливості, дозволяє представити логічну модель ІТ-сервісу, що описує склад і взаємозв'язки конфігураційних одиниць (елементів ІТ-інфраструктури), які спільно забезпечують надання сервісу на відповідному рівні. За допомогою СРМ можна створювати моделі для спрощеного представлення об'єктів реального світу, їх архітектури (структури), поведінки і взаємодії з навколишнім світом.

КП АТ використовується в процесі навчання для ознайомлення пілотів та екіпажів з пілотажною кабіною реального літака, з роботою всіх приладів, елементів управління, систем і з обладнанням яке розташоване в кабіні та навчання пілотування. Нижня частина КП кріпиться до рами рухомої платформи. Спереду обов'язково розміщується екран на якому відповідним чином відтворюється зображення візуальної обстановки під час пілотування. Для імітації шуму двигунів та інших систем під час роботи літального апарата в середині кабіни розміщені динаміки (акустичні системи).

КП АТ є точна копія кабіни модельованого літака, яка виконана в реальному масштабі. Напряма переміщення органів управління і перемикачів повинен бути такий же, як на літаку. Для моделювання відтворюється увесь простір кабіни, розташований попереду поперечного перерізу фюзеляжу, що проходить через задне положення крісел пілотів. Інформаційно-управляючі панелі, робота з якими передбачена порядком дій екіпажу в кабіні і/або призводить до спрацьовування видимих екіпажем сигналізаторів, розміщені і функціонують точно так, як і на літаку. В КП установлені: елементи управління (штурвал, педалі, гальма, ручки, пульти, панелі, тощо) і контролю (приладова дошка (панель), сигнальні табло); прилади відповідної моделі літака; системи освітлення, життєзабезпечення, радіозв'язку; крісла пілотів.

При побудові АТ необхідно щоб ПЗ та обладнання КП, що розробляється, відповідало наступним характеристикам:

– реакція на зміну керуючого сигналу зі зміною параметрів математичної моделі поведінки реального літака має бути не більше ніж 5 мс;

– вплив змін аеродинамічних характеристик при різних значеннях лобового опору і тяги, що зустрічаються в нормальному польоті має відповідати умовам реального польоту: впливу змін просторового положення літака, тяги, лобового опору, висоти, температури, польотної маси, положення центру тяжіння і конфігурації;

– покази усіх приладів, що беруть участь в моделюванні відповідного літака, мають автоматично реагувати на рухи управління членів льотної екіпажу або на зовнішні впливи, що діють на модельований літак, наприклад, турбулентність або сила вітру;

– обладнання зв'язку і навігації, а також системи попереджувальної і аварійної сигналізації повинні відповідати встановленим на літаку і функціонувати в межах допусків, передбачених для бортового обладнання;

– системи КП повинні моделювати роботу використаних на літаку систем як на землі, так і у польоті. Вони повинні зберігати працездатність при використанні тренажера для виконання відповідних експлуатаційних процедур в нормальних умовах, особливих і аварійних польотних ситуаціях;

– керуючі зусилля і переміщення важелів управління повинні відповідати модельованому літаку. При однакових режимах польоту зусилля органів управління літаком мають бути такими ж, як на літаку. Вільний рух важелів управління відповідає спостережуваному на літаку в межах допуску;

– програмування керованості і аеродинамічних характеристик при русі по землі повинно враховувати:

1. Вплив землі (наприклад, на початку і в процесі вирівнювання, у момент приземлення). Для відтворення потрібні дані про вплив землі на підйомну силу,

лобовий опір, продольний момент, положення балансування керма і тяги.

2. Реакцію на дотик землі, тобто реакцію літака на зіткнення із ЗПС при приземленні, що включає затискання стійок, тертя пневматиків, бічні сили і інші відповідні дані, такі як маса і швидкість, необхідні для визначення режиму польоту і конфігурації.

3. Характеристики керованості на землі. Вхідні дії керування, для парирования бічного вітру, гальмування і реверсу тяги, а також процес зменшення швидкості і радіус розвороту.

Для забезпечення роботи КП на початковому етапі розробки будується її узагальнена архітектура – структурна схема, за основу береться структурна схема КП відповідного літака. Розроблену структурну схему, що відповідає приведеним вище характеристикам показано на рис. 2. Персональний комп'ютер імітаційних моделей польоту (ПКІМП) виконує математичне моделювання для імітації динаміки польоту, роботи силових установок, навігаційних систем тощо. Відповідно до стану імітаційної моделі ПКІМП передає сигнали управління через ІТМ на персональний комп'ютер приладової дошки (ПКПД) для індикації режимів польоту: висота, швидкість, рівень пального в баках, тощо. ПКПД за допомогою розробленого ПЗ та апаратної складової – пристрою узгодження з об'єктом (ПУО), формує сигнали керування для приладів на ПД, які відпрацьовуючи їх встановлюють відповідне значення на табло.

Імітацією роботи системи управління, сигналізації, та допоміжних систем (СУДС) управляє ПКСУДС, приймаючи команди керування від ПКІМП через ІТМ. Перетворення (узгодження) сигналів керування від ПК до підсистем виконує пристрій узгодження з об'єктом (ПУО). В СУЗД входять наступні підсистеми:

- вентиляції і кондиціонування (СВК) – моделює роботу системи вентиляції та кондиціонування в кабіні літака;

- елементи управління (ЕУ) – відслідковує стан ЕУ в КП (штурвали, педалі, гальма, ручки управління та ін.);

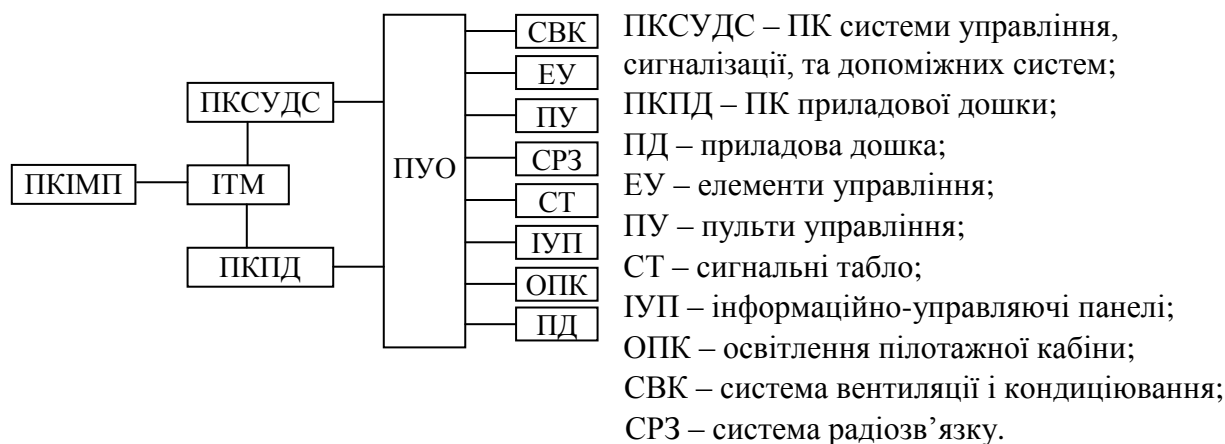


Рис. 2. Структурна схема систем КП які забезпечують ІТ-сервіс «Підтримка функцій пілотажної кабіни»

- пульти управління (ПУ) – відслідковують стани перемикачів та кнопок на ПУ;
- система радіозв’язку (СРЗ) – моделює роботу радіотехнічних засобів літака;
- сигнальні табло (СТ) – видають інформацію про аварійні, попереджувальні сигнали і сигнали повідомлення стану літака;
- інформаційно-управляючі панелі (ІУП) – інформують про стан відповідних систем літака та управляють цими системами;
- освітлення пілотажної кабіни (ОПК) – виконує функції освітлення КП.

Відповідно до структурної схеми, будуватиметься СРМ ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни». Для візуалізації структури СРМ доцільно використати її подання шляхом графічного відображення рівнів моделі в напрямку зверху в низ, тобто, від назви ІТ-сервісу до елементів ІТ-інфраструктури, визначаючи при цьому конфігураційні одиниці і всі типи зв’язків між рівнями та, при необхідності, на кожному рівні (рис. 3). Таке подання СРМ дозволить адекватно виконати реалізацію ІТ-сервісу через елементи ІТ-інфраструктури та ФО.

На рис. 3 показані наступні рівні СРМ:

I рівень – назва ІТ-сервісу для якого розроблена СРМ;

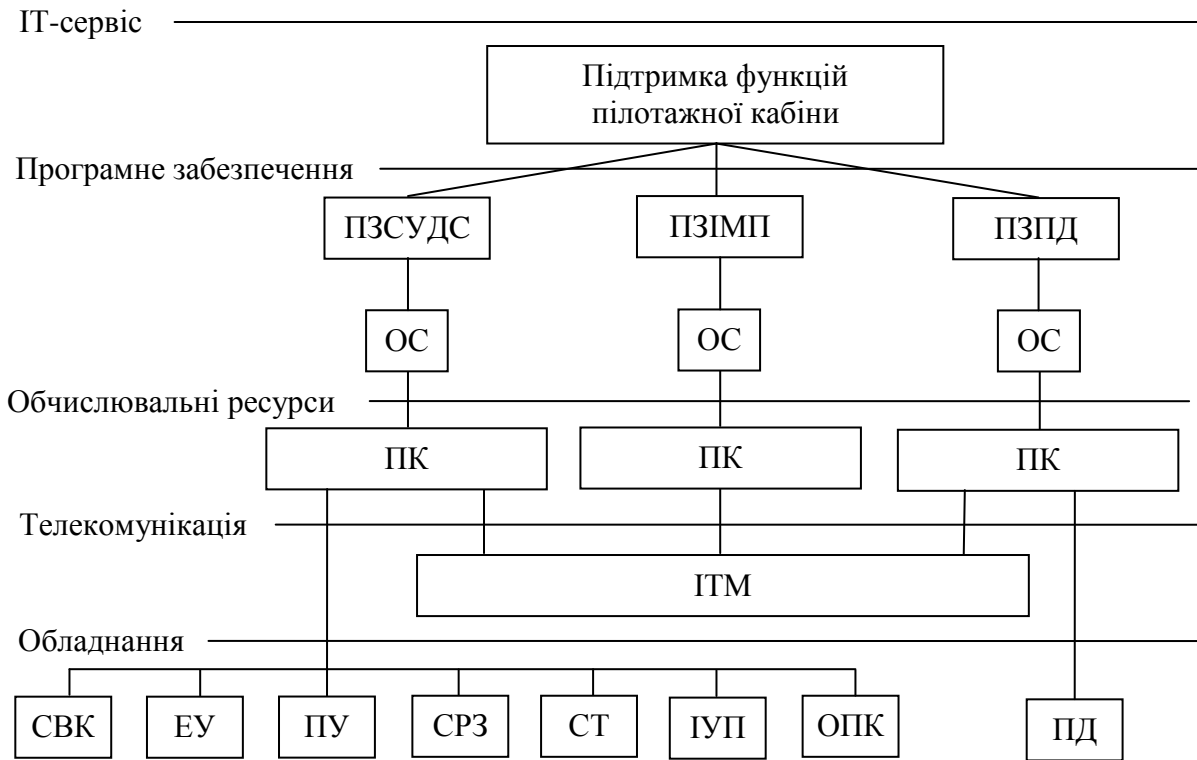
II рівень – ПЗ, на даному рівні визначається прикладне ПЗ та ОС ІТ-сервісу;

III рівень – ОР, визначаються необхідні ОР для забезпечення функціонування ІТ-сервісу;

IV рівень – телекомунікація;

V рівень – обладнання, визначаються конфігураційні одиниці (елементи) ФО.

Реалізація СРМ ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни» – це процес послідовного перенесення розробленої моделі на програмно-апаратну платформу (ПЗ, ОР, телекомунікація) та інтеграція програмно-апаратної платформи з ФО. При виборі ОР, обладнання ІТМ та ФО необхідно враховувати вимоги до ІТ-сервісу подані раніше. ОС має бути встановлена на ОР як операційне середовище і дозволяти оптимально використовувати ПЗ користувача наявні ресурси СУДС, ПД та імітаційних моделей польоту. Прикладне ПЗ СУДС, ПД та імітаційних моделей польоту, при неможливості використати стандартне, необхідно розробляти індивідуально для кожної моделі АТ, максимально використовуючи досвід та напрацювання розробників ПЗ для АТ, наприклад [8–15]. Отримана ієрархічна структура елементів ІТ-інфраструктури КП АТ зведена в табл. 2.



ПЗСУДС – ПЗ системи управління, сигналізації, та допоміжних систем;
 ПЗІМП – ПЗ імітаційних моделей польоту;
 ПЗПД – ПЗ приладової дошки.

Рис. 3. Сервісно-ресурсна модель ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни»

Таблиця 2. Ієрархічна структура конфігураційних елементів ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни»

ІТ-сервіс	Підтримка функцій пілотажної кабіни
Рівні СРМ	
ПЗ	ПЗСУДС, ПЗІМП, ПЗПД, ОС
ОР	ПК, ПрК
Телекомунікація	Локальна мережа, мережевий концентратор, сервер
ФО	ПД, ЕУ, ПУ, СТ, ІУП, ОПК, СВК, СРЗ

Висновки

В даній роботі виконано побудову сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісу «Підтримка функцій пілотажної кабіни» АТ. Приведено і описано узагальнену оптимізовану для розробки ІТ-інфраструктури архітектуру сучасного АТ. Запропоновано

визначення основних процесів діяльності АТ, в яких приймає участь КП, розкладення їх на функціональні можливості з подальшим призначенням ІТ-сервісів.

Застосування методики побудови ІТ-інфраструктурно-орієнтованої програмно-апаратної архітектури АТ [2], в якій АТ розглядається як цілісна система з

відповідною їй IT-інфраструктурою, дозволяє ефективно використовувати інформаційні і телекомунікаційні ресурси системи, удосконалити інформаційно-обчислювальні процеси, забезпечити оптимальну взаємодію ідеологічно і технологічно розрізаних підсистем КП АТ, підвищити надійність всього АТ та віддачу від капіталовкладень.

1. Андрієвський Ю.А., Воскресенський Ю.Е., Доброленський Ю.П. и др. Авиационное оборудование. Под ред. Ю.П. Доброленского. – М.: Воениздат, 1989. – 248 с.
 2. Колісниченко Р.А. Побудова сервісно-ресурсної моделі IT-сервісів авіаційного тренажера // Управляющие системы и машины. – 2014. – № 5. – С. 29–41.
 3. David Allerton. Principles of Flight Simulation // Chichester: Wiley, 2009. – 501 p.
 4. Колісниченко Р.А. Апаратно-програмна архітектура успадкованого авіаційного тренажера // Інженерія програмного забезпечення. – 2013. – № 3–4. – С. 7–16.
 5. Луцький М.Г., Сидоров М.О., Рябокін Ю.М. Підтримка придатності та продовження експлуатації програмного забезпечення авіаційної техніки // Проблеми програмування. – 2010. – № 2–3. – С. 229–236.
 6. Бойченко А.В. Управление информационными сервисами: хрестоматия. – М.: МЭСИ, 2008. – 214 с.
 7. ITIL Service Strategy, – Norwich, UK: TSO, 2011. – 359, 453 p.
 8. Рябокін Ю.М. Формування повторно використовуваних рішень при створенні програмного забезпечення пульта інструктора авіаційного тренажера методом доменного аналізу // Науковий журнал «Інженерія програмного забезпечення». – К.: – 2010. – № 2. – С. 46–55.
 9. Сидоров Н.А., Недоводеєв В.Т., Хоменко В.А., Сердюк І.П. Реинженерия программного обеспечения информационно-моделирующих тренажерных комплексов // Управляющие системы и машины. – К.: – 2008. – № 4. – С. 68–74.
 10. Stefan B., Oliver H., Matthias H. Airbus Cabin Software // IEEE Software, January/February 2013, IEEE Computer Society.
 11. Huaxing W., Fengju K., Wei H., Yi L. Modeling and Simulation of Pilot Behavior Interfaced with Avionics System // System Simulation and Scientific Computing. – 2012. – P. 390–398.
 12. Ippolito C.A., Pritchett A.R. Software architecture for a reconfigurable flight simulator // AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference. Denver, Colom. – 2000.
 13. Shupeng Z., Jingfeng H., Jun J., Junwei H. DDS Based High Fidelity Flight Simulator // Information Engineering, ICIE '09. WASE International Conference. – 2009. – Vol. 1. – P. 548–551.
 14. Design of a flight simulator software architecture. Göran Ancker, Jan Wallenberg // School of Mathematics and Systems Engineering, Växjö University. – 2002. – 91 p.
 15. Robert C., Freemon B.W., King K.C., William T. DARTS: A Domain Architecture for Reuse in Training Systems // Proceedings of the 15th Interservice Industry Training Systems and Education Conference. – 1993.
1. Andrievskiy U.A., Voskresenskiy U.E., Dobrolenskiy U.P. and etc. Avionic equipment. Edited by U.P. Dobrolenskogo. – М.: Voenizdat, 1989. – 248 p.
 2. Kolisnichenko R.A. Creation service model IT-services of aviation trainer // USiM. – 2014. – N 5. – P. 29–41.
 3. David Allerton. Principles of Flight Simulation // Chichester: Wiley, 2009. – 501 p.
 4. Kolisnichenko R.A. Hardwarily-programmatic architecture of the legacy aviation trainer // Engineering Software. – 2013. – N 3–4. – P. 7–16.
 5. Lucky M.G., Sidorov M.O., Ryabokin U.M. Support of usefulness and continuation for exploitation software aerotechics // Problems in programming – 2010. – N 2–3. – P. 229–236.
 6. Boychenko A.V. Management by information services: reading book. – М.: MESI, 2008. – 214 p.
 7. ITIL Service Strategy, – Norwich, UK: TSO, 2011. – 359, 453 p.
 8. Ryabokin U.M. Forming reusing decisions at creation software of console for instructor to the aviation trainer by the method of domain analysis // Scientific journal «Engineering Software». – К.: – 2010. – N 2. – P. 46–55.

9. *Sidorov N.A., Nedovodeev V.T., Homenko V.A., Serduk I.P.* Software reengineering of the aviation simulator trainer complexes // USiM. – K.: – 2008. – N 4. – P. 68–74.
10. *Stefan B., Oliver H., Matthias H.* Airbus Cabin Software // IEEE Software, January/February 2013, IEEE Computer Society.
11. *Huaxing W., Fengju K., Wei H., Yi L.* Modeling and Simulation of Pilot Behavior Interfaced with Avionics System // System Simulation and Scientific Computing. – 2012. – P. 390–398.
12. *Ippolito C.A., Pritchett A.R.* Software architecture for a reconfigurable flight simulator // AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference. Denver, Colom. – 2000.
13. *Shupeng Z., Jingfeng H., Jun J., Junwei H.* DDS Based High Fidelity Flight Simulator // Information Engineering, ICIE '09. WASE International Conference. – 2009. – Vol. 1. – P. 548–551.
14. *Design of a flight simulator software architecture.* Göran Ancker, Jan Wallenberg // School of Mathematics and Systems Engineering, Växjö University. – 2002. – 91 p.
15. *Robert C., Freemon B.W., King K.C., William T.* DARTS: A Domain Architecture for Reuse in Training Systems // Proceedings of the 15th Interservice Industry Training Systems and Education Conference. – 1993.

Одержано 25.05.2015

Про автора:

Колісниченко Руслан Анатолійович,
аспірант Національного
авіаційного університету.
Кількість наукових публікацій в
українських виданнях – 2.
ORCID orcid.org/0000-0002-1665-5429.

Місце роботи автора:

Уманська філія Європейського
університету,
м. Умань, вул. Шевченка, 15-а.
Тел.: 068 392 2491.
E-mail: kolisnichenko_r@mail.ru