

УДК 004.4:004.738.5(045)

Р.А. Колісниченко

Побудова сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісів авіаційного тренажера

Рассмотрена методика построения сервисно-ресурсной модели ИТ-сервисов авиационного тренажера с учетом особенностей его предметной области. Приведено определение ИТ-сервисов с последующим построением ИТ-инфраструктуры обобщенного авиационного тренажера.

The methodology of the service model IT-services creation of the aviation trainer is considered taking into account the features of the subject domain. The IT-services definitions with the following IT-infrastructure construction of the extended aviation trainer are given.

Розглянуто методику побудови сервісно-ресурсної моделі ІТ-сервісів авіаційного тренажера з урахуванням особливостей його предметної області. Подано визначення ІТ-сервісів з подальшою побудовою ІТ-інфраструктури узагальненого авіаційного тренажера.

Вступ. Авіаційним тренажером (АТ) належать передові позиції в безпечному навчанні, перенавчанні пілотів та відпрацюванні льотних годин на різних моделях літаків. З удосконаленням бортових систем літаків АТ також ускладнюються. Для побудови сучасних АТ необхідно розробляти нові методологічні підходи, що дозволяють раціонально в стислі терміни і з максимальним економічним ефектом виконувати завдання з розробки як апаратного, так і програмного забезпечення даного виду обладнання.

Постановка задачі

АТ – це складні предметно-орієнтовані вбудовані системи реального часу з розподіленою апаратно-програмною архітектурою. Для ефективної роботи складної системи АТ необхідно забезпечити узгоджену роботу багатьох різно-рідних складових цієї наземної системи реального часу, інтегрувати слабо зв'язані програмні одиниці, вирішити проблеми переходу від управління окремими мережами, *обчислювальними ресурсами* (ОР) і програмами до повного комплексного, процесно-орієнтованого управління інформаційно-телекомунікаційною системою (ІТС) в цілому [1].

При управлінні ІТС мають виконуватися наступні завдання [1]: інтегроване управління всіма програмними одиницями, роботою обла-

днання АТ, доступністю і обсягами ОР; централізація управління з забезпеченням взаємодії між окремими системами управління; моделювання і аналіз роботи ІТС; управління модернізацією ІТС з виконанням завдань автоматизації ухвалення рішень про модернізацію технічного і програмного їх забезпечення.

Для належного функціонування ІТС, яка формує і підтримує бізнес-процеси АТ, необхідно створювати відповідну ІТ-інфраструктуру, що дає можливість ефективно використовувати інформаційні і телекомунікаційні ресурси системи; підвищувати продуктивність праці персоналу; автоматизувати виконання процесів в різних категоріях управління, використовуючи одні і ті ж методи і інструменти; мінімізувати вплив людського фактора; підвищувати віддачу від капіталовкладень [1]. При цьому всі підсистеми потрібно об'єднати в систему зі спільною метою і завданнями та єдиним управлінням. За допомогою централізованої системи управління з'явиться можливість здійснювати не тільки керування окремими пристроями, обладнанням, програмами або ресурсами системи, а й виконувати інтегроване управління всіма компонентами і ІТ-інфраструктурою в цілому, підпорядковуючись єдиній меті. Такий підхід доцільно використовувати для побудови складних предметно-орієнтованих систем, систем реаль-

ного часу та апаратно-розподілених комплексів, одним з яких і є АТ.

Початковим етапом розробки ІТ-інфраструктури є визначення з наступною їх побудовою ІТ-сервісів через процеси діяльності (бізнес-процеси) [2], які має забезпечувати своїм функціонуванням АТ. Тобто, виникає завдання визначити і описати архітектуру ІТ-сервісів, які буде надавати АТ, розробити методику побудови сервісно-ресурсної моделі (СРМ) ІТ-сервісів, враховуючи особливості предметної області АТ.

Узагальнена архітектура авіаційного тренажера

Ця архітектура (рис. 1) складається з наступних основних частин: ОР; інформаційно-телекомунікаційної мережі (ІТМ); пульта інструктора (ІІ); кабіни пілота (КП); імітатора шуму (ІШ); підсистеми візуалізації польоту (ВП); рухомої платформи (РП). Ці складові, в залежності від конкретної моделі АТ, мають в своєму складі різні за кількістю і складністю кінцеві виконавчі підсистеми, програмне забезпечення (ПЗ).

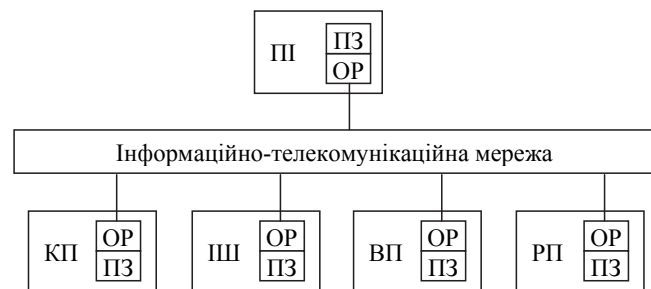


Рис. 1

ІІ призначений для установки початкових умов польоту, контролю якості пілотування, імітації взаємодії пілотів з диспетчером, управління імітацією відмов літака. Складається з апаратної (органи керування, прилади індикації, ОР) і програмної (програмне забезпечення ІІ) частин. ОР необхідні для збереження і розгортання в них ПЗ, яке управляє роботою АТ як цілісною системою, так і складовими частинами, підсистемами. ІТМ використовується для забезпечення безперервного обміну даними між ОР АТ (персональні та промислові комп'ютери, програмовані логічні контролери та ін.).

КП призначена для ознайомлення пілотів з кабіною пілота реального літака, з роботою приладів, елементів управління, розташованих в кабіні. Це: апаратна (органи керування, прилади індикації, імітатори функціональних вузлів і комунікаційної апаратури, ОР) і програмна частини (ПЗ КП); ІШ забезпечує звуковий супровід в КП під час пілотування, складається з апаратної (підсилювач потужності, аудіосистема, ОР) і програмної (ПЗ ІШ) складових частин. ВП в АТ використовується для створення візуальної інформації про зовнішнє оточення літака при виконанні пілотами польотного завдання. До її складу входять апаратна (проектор, відеоекран, ОР) і програмна частини (ПЗ ВП). РП імітує гравітаційний вплив на пілотів під час тренувальних польотів, складається з апаратної (РП, ОР) і програмної (ПЗ РП) частин.

Визначення ІТ-сервісів для побудови ІТ-інфраструктури авіаційного тренажера

ІТ-сервіс (*IT-service*) [3] – це сукупність ІТ-послуг з надання користувачам деякого переліку технічних і організаційних рішень, які забезпечують підтримку однієї або декількох бізнес-функцій (бізнес-процесів) споживачів і сприймається ними як єдине ціле. Набір ІТ-сервісів, необхідних різним організаціям, – індивідуальний і залежний від галузі, масштабів організації, рівня автоматизації, кваліфікації персоналу, стратегії розвитку і т.ін.

АТ належить до стаціонарного обладнання, на якому можливо економно проводити перенавчання, тренування пілотів та екіпажів літаків для відпрацювання маневрів під час зльоту, посадки та польотів на відповідних моделях авіаційної техніки. Його встановлюють як наземне обладнання в навчально-тренувальних центрах, навчальних закладах для підготовки льотного складу військових та цивільних літальних апаратів, а також в розважальних закладах. Отже, основними процесами діяльності (бізнес-процесами) АТ є: здійснення льотної підготовки з набуття пілотами льотних навичок; комплексного навчання техніці пілотування, навігації, розпізнавання небезпечних ситуацій, критичних режимів польоту і виведенню

з них, надання можливості не підготовленим користувачам відчувати себе в ролі пілота, тощо. Учасниками процесів діяльності є пілоти, які під час тренування перебувають в КП – виконують певні завдання, та інструктор за ПІ – видає завдання, слідкує за його виконанням та аналізує результати. Тобто, безпосередніми користувачами ІТ-сервісів АТ є пілоти та інструктор.

Після визначення процесів діяльності необхідно розділити їх на бізнес-функції з подальшим відокремленням тих, що призначені для користування пілотами та інструктором. Для розділення процесу діяльності на бізнес-функції необхідно виконати послідовне визначення переліку всіх можливих функцій, з яких він складається.

Пілоти, перебуваючи в КП АТ, повинні мати змогу наочно ознайомлення з КП реального літака, з роботою всіх приладів, а також набуття 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 (вони сприймають візуальну інформацію з панелі приладів); сприймати зміну візуального оточення під час пілотування (візуальна інформація про зовнішнє оточення літака при виконанні польотного завдання) та звуковий супровід під час пілотування (імітація звукового фону в кабіні АТ для забезпечення слухової інформації про режими рулювання при зльоті, посадці і в польоті); відчувати імітацію реального гравітаційного впливу. Звідси випливає перелік основних процесів діяльності та бізнес-функцій, які виконує АТ для пілотів літака (табл. 1).

Для визначених бізнес-функцій призначаються ІТ-сервіси як технічні або професійні ІТ-можливості, які дозволяють виконання визначених бізнес-функцій або підтримувати дані бізнес-функції. В даному випадку це будуть ІТ-сервіси, основані на прикладних системах:

- підтримка функцій кабіни пілота,
- забезпечення функціонування ПІ,

- візуалізація польоту,
- управління рухомою платформою.

Т а б л и ц я 1

№	Процес діяльності	Бізнес-функція
1	Допольотне навчання	Ознайомлення екіпажу з КП, роботою всіх приладів, з елементами управління і обладнанням, розміщеним в кабіні літака
		Навчання всім заданим операціям, перевіркам і контролю на борту літака, які виконуються перед польотом
		Навчання в управлінні силовими установками, системами літака, електронним і спеціальним обладнанням, їх перевірки
2	Навчання техніки пілотування	Тренування підйому в повітря судна в нормальних та екстремальних умовах
		Тренування у виконанні керованих заходів на посадку за приладами і посадочних маневрів залежно від специфічних умов аеродрому
		Навчання пілотування за нормальних і складних умов (ознайомлення з аеродинамічними параметрами і характеристиками літака)
		Тренування польотів за маршрутом із використанням радіотехнічних засобів і засобів зв'язку
		Тренування дій екіпажу літака при виникненні у польоті відмов і непередбачених ситуацій

Для забезпечення повноцінного процесу навчання пілотів за допомогою АТ потрібен інструктор. Щоб виконувати свої функції він має бути забезпечений робочим місцем – ПІ, який є одним із основних аспектів доменної області АТ [4]. До цих аспектів належать апаратно-програмні елементи (обладнання, інтерфейс пульта, програмне забезпечення ПІ) та процеси (управління і контролю навчання; інформаційний обмін). Інтерфейс ПІ [4] виконує функції надання інструктору інформації про проходження польоту і здійснення управління тренажером – є користувацьким інтерфейсом інструктора АТ. До його складу входить безліч інтерфейсних елементів (для відображення інформації та для управління процесом навчання), які можна підтримувати залежно від виду АТ як апаратно-програмним [5], так і програмним забезпеченням [6].

Процеси управління і контролю навчанням [4] зводяться до завдання початкових умов перед стартом, їх зміни під час польоту, слідкування за показниками якості пілотування під

час польоту, підведення висновків про виконання завдання та обговорення помилок, допущених екіпажем. Згідно з аналізом [4] завдання і зміна умов польоту мають здійснюватись у відповідності до схеми польоту, розробленої для досягнення визначених задач підготовки (штатний зліт і посадка, пілотування за складних метеорологічних умов та ін.). Зміна умов польоту відбувається за настання подій (виконанні літаком визначеного маневру, досягнення заданої висоти, часу польоту тощо), які можливо ідентифікувати за сукупністю значень заданих параметрів, що відображаються за допомогою інтерфейсу ПІ АТ.

Завдяки інформаційному обміну [4] забезпечується функціонування ПІ АТ як частини розподіленого інформаційно-моделювального комплексу, що отримує і відправляє інформацію через ІТМ. Далі подано перелік основних процесів діяльності та бізнес-функцій, призначених для інструктора (табл. 2).

Т а б л и ц я 2

№	Процес діяльності	Бізнес-функція
1	Допольотне навчання пілотів	Вибір польотного завдання
		Установка початкових умов польоту
2	Навчання пілотування	Імітація взаємодії пілотів з диспетчером
		Управління імітацією відмов літака
3	Формування звітів про відпрацювання польотного завдання	Отримання значень відповідних параметрів з фіксацією їх на паперовому або електронному носії для контролю пілотування та розбору помилок і особливостей пілотування

Інструктор АТ має робоче місце – ПІ, що є автоматизованим робочим місцем з відповідним апаратно-програмним забезпеченням. Отже, ІТ-сервісом, який підтримує бізнес-функції для інструктора є організація і підтримка функціонування автоматизованого робочого місця інструктора АТ.

Розробка структури ІТ-сервісів (сервісних елементів) для побудови ІТ-інфраструктури авіаційного тренажера

Визначення і розробка ІТ-сервісів є частиною ІТ-процесів: Управління рівнем сервісу (*Service Level Management*), Проектування послуг (*Service Design*) відповідно до бібліотеки ІТ-інфраструктури *ITIL (IT Infrastructure Li-*

brary – бібліотека інфраструктури інформаційних технологій). Особливістю цієї бібліотеки є використання адаптованих до конкретної предметної області результатів її напрацювань для розробки широкого кола ІТ-систем. До того ж обмежень на застосування в залежності від масштабів інформаційної системи немає; матеріали бібліотеки можуть бути використані повністю або частково; модель ІТ-сервісу може бути використана у відповідності до тексту книг *ITIL* або адаптована відповідно до завдання. При цьому *ITIL* є найбільш поширеним у світі підходом до управління ІТ-сервісами. Її рекомендації можна застосувати як основу для новітніх методологій розробки організаційної системи будь-якого розміру, належного до будь-якої галузі застосування.

За рекомендацією *ITIL* модель ІТ-сервісу має поєднувати в собі дві складові: зовнішню (функціональну) і внутрішню (технічну) специфікації ІТ-сервісу. Зовнішня специфікація визначає функціональні і експлуатаційні характеристики ІТ-сервісу, які мають в основному значення для користувача ІТ-сервісу. Внутрішня специфікація визначає вимоги до внутрішніх можливостей системи постачальника сервісу (в даному випадку АТ), необхідним для надання ІТ-сервісу відповідно до бізнес-функції, яку забезпечує даний ІТ-сервіс.

Структура ІТ-сервісу чітко описується сервісно-ресурсною моделлю (СРМ) [7], яка 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 в 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, з використаних в його наданні і підтримці; розробку метрик і показників якості ІТ-процесів і сервісів.

Формування на основі методології *ITIL* СРМ, що визначає взаємозв'язок і вплив ІТ-

інфраструктури АТ на бізнес-функції, дозволить 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.

Створення СРМ покажемо на прикладі ІТ-сервісу «Забезпечення функціонування ІШ». Імітація звукового оточення пілотів в кабіні тренажера, як зазначено в [8], забезпечує слухову інформацію про імітовані режими роботи літака: рулювання, зльоту, польоту за маршрутом, посадки літака. Звук в кабіні має досить складний характер і формується додаванням декількох звукових профілів з відповідних джерел шумів – двигунів, вихлопних газів, повітряних гвинтів, обладнанням в середині кабіни, шасі та іншим зовнішнім обладнанням і частинами фюзеляжу, вітром, атмосферними опадами. Параметри шумів залежать від режимів роботи їх джерел і режимів польоту літака, які задаються коефіцієнтами математичної моделі АТ.

ІШ повинен забезпечувати високу реалістичність отриманого шуму: достовірність імітованого звукового фону в реальному літаку, неперервність, швидкість відтворення, гучність, ефект відлуння та ін. Для задоволення цієї вимоги необхідно, щоб ПЗ та обладнання відповідало наступним характеристикам:

- реакції на зміну сигналу управління зі зміною параметрів математичної моделі поведінки реального літака, не більше 5 мс;
- частоті відтворення звукового сигналу 20 Гц – 20 кГц;
- динамічному діапазону відтворення звуку, не менше 96 дБ;
- співвідношенню сигнал/шум, не менше 60 дБ;
- кількості каналів відтворення звукового сигналу – 2.

Для забезпечення роботи ІШ на початковому етапі розробки будується його узагальнена

архітектура – структурна схема. Розроблену структурну схему, що відповідає наведеним 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 імітатора шуму (ПКІШ) для формування звукового супроводу. ПКІШ за допомогою розробленого ПЗ та апаратної складової – звукової плати (ЗП), формує аналоговий сигнал звукової частоти.



Рис. 2

ЗП має підтримувати формування двох незалежних каналів звукового сигналу для більшої правдоподібності (відчуття стереоефекту). Цей сигнал потрапляє на вхід підсилювача потужності (ІШ) для отримання необхідного рівня гучності в акустичних системах (АС), розміщених безпосередньо в КП АТ.

Відповідно до структурної схеми будується СРМ ІШ АТ. Для візуалізації структури СРМ доцільно використати її подання шляхом графічного відображення рівнів моделі в напрямку згори вниз, тобто, від назви ІТ-сервісу до елементів ІТ-інфраструктури, визначаючи при цьому конфігураційні одиниці і всі типи зв'язків між рівнями, та, за необхідності, на кожному рівні (рис. 3), що дозволить адекватно виконати реалізацію ІТ-сервіса через елементи ІТ-інфраструктури та функціонального обладнання (ФО).

Реалізація СРМ ІТ-сервісу «Забезпечення функціонування ІШ» – це процес послідовного перенесення розробленої моделі на апаратно-програмну платформу (ПЗ, ОР, телекомунікація) та інтеграція апаратно-програмної платформи з ФО. При виборі ОР обладнання ІТМ та ФО необхідно враховувати вимоги до ІШ, подані раніше. ОС, яка має бути використана на ОР як

операційне середовище і дозволяти оптимально використовувати програмним забезпеченням користувача наявні ресурси ІШ та імітаційних моделей польоту.



Рис. 3

Прикладне ПЗ ІШ та імітаційних моделей польоту, за неможливості використати стандартне, необхідно розробляти індивідуально для кожної моделі АТ, максимально використовуючи досвід та напрацювання розробників ПЗ для АТ [6, 8, 9].

Виконуючи аналогічні кроки розробляється СРМ наступних, попередньо визначених ІТ-сервісів для побудови ІТ-інфраструктури АТ: «Підтримка функцій КП», «Візуалізація польоту», «Управління РП», «Забезпечення АРМ інструктора». Ієрархічна структура елементів ІТ-інфраструктури АТ зведена в табл. 3.

Побудова ІТ-інфраструктурно-орієнтованої архітектури апаратно-програмного ядра авіаційного тренажера

ІТ-інфраструктура АТ – це сукупність наявних в ньому сервісів і систем, мереж, технічних і програмних засобів, даних, автоматизо-

ваних процесів, яка є комплексом взаємозв'язаних частин одного складного процесу, що забезпечується декількома автоматизованими інформаційними системами. Даний процес призначений для проведення економного перенавчання, тренування льотчиків і екіпажів літаків для польотів на відповідній моделі літака.

Між складовими частинами ІТ-інфраструктури АТ існують багаточисельні взаємозв'язки: один процес може забезпечуватися декількома автоматизованими системами (наприклад, обчислювач ПЗ моделей тренажера і ІШ [5]), підсистеми можуть обмінюватися одна з одною даними (наприклад, передача/прийом параметрів об'єкта; даних конфігурації [10]), системи нижчого рівня служать механізмами реалізації систем більш високого рівня (наприклад, дошка приладів – пристрій узгодження з об'єктом – обчислювач [10]) і т.ін.

ІТ-інфраструктура АТ – це не набір ІТ-рішень, зібраних за випадковим збігом обставин. Це – інтегрована система, що функціонує, як єдине ціле і повністю забезпечує функціональність АТ. Як і всі системи, вона цілеспрямовано спроектована для виконання певних функцій з відповідними характеристиками. Якісна робота АТ неможлива без ефективного функціонування його ІТ-інфраструктури; надійності, якості і стабільності ІТ-інфраструктури, а також її повної відповідності технічному завданню.

Конкретна схема ІТ-інфраструктури [1, 11] визначається характером бізнес-завдань, використанням ІТ, необхідним ФО та ін. В залежності від специфіки бізнес-логіки системи і характеру завдань, що має виконувати система, може бути виділена різна кількість ієрархічних рівнів ІТ-інфраструктури. Враховуючи особ-

Таблиця 3

Рівні СРМ	ІТ-сервіс				
	Підтримка функцій КП	Забезпечення функціонування ІШ	Візуалізація польоту	Управління РП	Забезпечення АРМ інструктора
ПЗ	ПЗКП, ПЗПУО, ПЗМА, ОС	ПЗІШ, ОС	ПЗВП, ОС	ПЗРП, ОС	ПЗПІ, ОС
ОР	ПК, ПрК	ПК	ПК	ПК	ПК
Телеком.	Локальна мережа, мережевий концентратор, сервер				
ФО	ПУО, прилади, обладнання	Підсилювач, АС	П, ВЕ	Гідропідсилювачі гідроциліндри	

ливості предметної області АТ, розроблено узагальнену чотирирівневу схему ІТ-інфраструктури [11] абстрактного АТ (рис. 4). Дану схему розроблено як узагальнену ієрархічну, яка є сукупністю ІТС, системи управління ІТ-інфраструктурою (СУІ), обслуговуючого персоналу, користувачів сервісів та ФО.

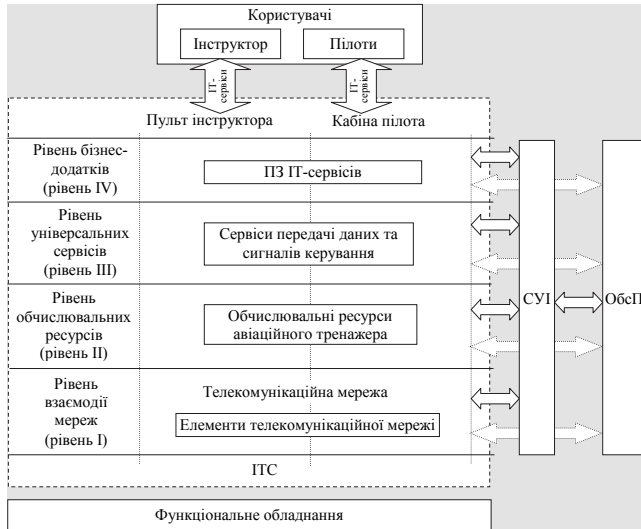


Рис. 4

ФО виконує збір інформації з сенсорів, органів керування; управління виконавчими пристроями, автоматизованими системами; забезпечення належного електроживлення обладнання АТ. ІТС складається з організаційно-технічної сукупності ІТ-системи, телекомунікаційної мережі, ПЗ, ОР та розділена на чотири ієрархічних рівні. Рівень взаємодії мереж (рівень I) призначений для доступу користувачів до всіх розподілених ОР (телекомунікаційна мережа). Рівень обчислювальних ресурсів (рівень II) має в своєму складі ОР, які створюють основу для виконання функціонального навантаження АТ: персональні комп'ютери, промислові комп'ютери, програмовані логічні контролери, сервери та ін. Рівень універсальних сервісів (рівень III) включає до свого складу сервіси передачі даних, сервіси передачі сигналів керування, що використовуються в середині АТ, а також ПЗ, яке не використовується безпосередньо користувачами, але необхідне для злагодженої роботи АТ.

Рівень бізнес-додатків (рівень IV) забезпечує взаємодію ідеологічно і технологічно розрізнених систем та засобів управління окремими програмами; управління функціональними і технологічними підсистемами. До його складу входять розподілені програмні одиниці, прикладне ПЗ, що безпосередньо стосується автоматизації виконання процесів функціонування АТ.

Завдяки СУІ підвищується ефективність роботи всіх систем АТ через автоматизацію управління ІТС, узгодження роботи різнорідних складових ІТС, інтеграцію слабо зв'язаних програмних одиниць, вирішення проблеми переходу від управління окремими мережами, комп'ютерами і програмами до комплексного, процесно-орієнтованого управління ІТС [1].

Обов'язковою ланкою ІТ-інфраструктури АТ є обслуговуючий персонал, головним завданням якого є забезпечення функціонування АТ з відповідними характеристиками та відновлення функціонування при виникненні несправностей. Споживачами ІТ-сервісів АТ є пілоти та інструктор. Основний сервіс, що надає ІТ-інфраструктура для інструктора, це Забезпечення АРМ інструктора. Сервіси, які надає ІТ-інфраструктура АТ пілотам: Підтримка функцій КП, Забезпечення функціонування ІШ, Візуалізація польоту, Управління РП.

Висновки. Застосування запропонованої методики, в якій АТ розглядається як цілісна система з відповідною ІТ-структурою, дозволяє ефективно використовувати інформаційні і телекомунікаційні ресурси системи, удосконалювати інформаційно-обчислювальні процеси, забезпечувати оптимальну взаємодію ідеологічно і технологічно розрізнених підсистем АТ, підвищувати надійність АТ та віддачу від капіталовкладень.

1. *Ролик А.И.* Концепция управления корпоративной ИТ-инфраструктурой // Вісн. НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2012. – № 56. – С. 31–55.
2. *Андерсен Бьёрн.* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. – М.: Стандарты и качество, 2003. – 272 с.

3. *Бойченко А.В.* Управление информационными сервисами: Хрестоматия. – М.: МЭСИ, 2008. – 214 с.
4. *Луцький М.Г., Сидоров М.О., Рябокін Ю.М.* Підтримка придатності та продовження експлуатації програмного забезпечення авіаційної техніки // Проблеми програм. – 2010. – № 2–3. – С. 229–236.
5. *Реінженерія* наслідуемого програмного забезпечення авіаційних тренажерів / Н.А. Сидоров, В.А. Хоменко, В.Т. Недоводеев и др. // Там же. – 2008. – № 2/3. – С. 288–299.
6. *Рябокін Ю.М.* Формування повторно використаних рішень при створенні програмного забезпечення пульта інструктора авіаційного тренажеру методом доменного аналізу // Інженерія програмного забезпечення. – 2010. – № 2. – С. 46–55.
7. *ITIL Service Strategy.* – Norwich, UK: TSO, 2011. – P. 359, 453.
8. *Реінженерія* програмного забезпечення інформаційно-моделюючих тренажерних комплексів. / Н.А. Сидоров, В.Т. Недоводеев, В.А. Хоменко и др. // УСиМ. – 2008. – № 4. – С. 68–74.
9. *Burger S., Hummel O., Heinisch M.* Airbus Cabin Software // IEEE Software, Jan./Feb. 2013, IEEE Computer Society.
10. *Хоменко В.А., Сидоров Е.Н., Мендзевровський І.Б.* Шаблон програмного забезпечення пристроїв зв'язі з об'єктом авіаційних тренажерів // Проблеми програм. – 2008. – № 3. – С. 30–40.
11. *Ролик А.І.* Тенденції і перспективи розвитку управління інформаційними технологіями // Вісн. НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2012. – № 55. – С. 81–109.

Поступила 04.09.2014

Тел. для справок: +38 04744 3-7326, 068 392-2491 (Умань)

E-mail: kolisnichenko_r@mail.ru

© П.А. Колисниченко, 2014

Р.А. Колисниченко

Построение сервисно-ресурсной модели ИТ-сервисов авиационного тренажера

Введение. Авиационные тренажеры (АТ) занимают передовые позиции в безопасной учебе, переобучении пилотов и отработке летных часов на разных моделях самолетов. С усовершенствованием бортовых систем самолетов АТ также становятся все сложнее. Для построения современных АТ необходимы новые методологические подходы, позволяющие рационально в сжатые сроки и с максимальным экономическим эффектом выполнять задания по разработке как аппаратного, так и программного обеспечения данного вида оборудования.

Постановка задачи

АТ – это сложные предметно-ориентированные встроенные системы реального времени с распределенной аппаратно-программной архитектурой. Для эффективной работы сложной системы АТ необходимо обеспечить согласованную работу многих разнородных составляющих этой наземной системы реального времени, интегрировать слабо связанные программные единицы, решить проблемы перехода от управления отдельными сетями, вычислительными ресурсами (ВР) и программами к полному комплексному, процессно-ориентированному управлению информационно-телекоммуникационной системой (ИТС) в целом [1].

При управлении ИТС должны решаться следующие задачи [1]: интегрированное управление всеми программными единицами, работой оборудования АТ, доступностью и объемом ВР; централизация управления с обеспечением взаимодействия между отдельными системами управления; моделирование и анализ работы ИТС; управление модернизацией ИТС с решением зада-

ний автоматизации принятия решений о модернизации технического и программного обеспечения ИТС.

Для надлежащего функционирования ИТС, формирующей и поддерживающей бизнес-процессы АТ, необходимо создавать соответствующую ИТ-инфраструктуру, позволяющую эффективно использовать информационные и телекоммуникационные ресурсы системы; увеличить производительность труда персонала; автоматизировать выполнение процессов в разных категориях управления, используя одни и те же методы и инструменты; минимизировать влияние человеческого фактора; повышать отдачу от капиталовложений [1]. При этом все подсистемы следует объединить в систему с общей целью, заданиями и единым управлением. С помощью централизованной системы управления появляется возможность осуществлять не только управление отдельными устройствами, оборудованием, программами или ресурсами, но и выполнять интегрированное управление всеми компонентами и ИТ-инфраструктурой в целом, подчиняясь общей цели. Такой подход целесообразен при построении сложных предметно-ориентированных систем, систем реального времени и аппаратно-распределенных комплексов, одним из которых и есть АТ.

Начальным этапом разработки ИТ-инфраструктуры есть определение с последующим их построением ИТ-сервисов через процессы деятельности (бизнес-процессы) [2], которые должен обеспечивать своим функционированием АТ. Следовательно, возникает задание определить и описать архитектуру ИТ-сервисов, которые будет предоставлять АТ, разработать методику постро-

ния сервисно-ресурсной модели (СРМ) ИТ-сервисов, учитывая особенности предметной области АТ.

Обобщенная архитектура авиационного тренажера

Такая архитектура АТ (рис. 1) состоит из следующих основных частей: ВР; информационно-телекоммуникационная сеть (ИТС); пульт инструктора (ПИ); кабина пилота (КП); имитатор шума (ИШ); подсистема визуализации полета (ВП); подвижная платформа (ПП). Эти составляющие в зависимости от конкретной модели АТ имеют в своем составе разные по количеству и сложности конечные исполнительные подсистемы, программное обеспечение (ПО).

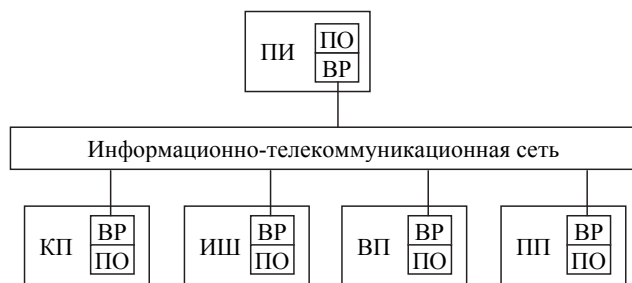


Рис. 1

ПИ предназначен для установки начальных условий полета, контроля качества пилотирования, имитации взаимодействия пилотов с диспетчером, управление имитацией отказов самолета. Состоит соответственно из аппаратной (органы управления, приборы индикации, ВР) и программной (программное обеспечение ПИ) частей. ВР необходимы для сохранения и развертывания в них ПО, управляющего работой АТ как целостной системы, так и составляющими его частями, подсистемами. ИТС используется для обеспечения непрерывного обмена данными между ВР АТ (персональные компьютеры, промышленные компьютеры, программируемые логические контроллеры и др.).

КП предназначена для ознакомления пилотов с кабиной пилота реального самолета, с работой приборов, элементов управления, расположенных в кабине. Это: аппаратная (органы управления, приборы индикации, имитаторы функциональных узлов и коммуникационной аппаратуры, ВР) и программная части (ПО КП). ИШ обеспечивает звуковое сопровождение в КП во время пилотирования, состоит из аппаратной (усилитель мощности, аудиосистема, ВР) и программной (ПО ИШ) составных частей. ВП в АТ используется для создания визуальной информации об окружении самолета при выполнении пилотами задания. В ее состав входят аппаратная (проектор, видеозэкран, ВР) и программная части (ПО ВП). ПП имитирует гравитационное влияние на пилотов во время тренировочных полетов и состоит из аппаратной (ПП, ВР) и программной частей (ПО ПП).

Определения ИТ-сервисов для построения ИТ-инфраструктуры АТ

ИТ-сервис (*IT-service*) [3] – это совокупность ИТ-услуг по предоставлению пользователям некоторого пе-

речня технических и организационных решений, обеспечивающих поддержку одной или нескольких бизнес-функций (бизнес-процессов) потребителей и воспринимается ими как единое целое. Набор ИТ-сервисов, необходимых разным организациям, – индивидуален и сильно зависит от отрасли, масштабов организации, уровня автоматизации, квалификации персонала, стратегии развития и др.

АТ относится к стационарному оборудованию, на котором можно экономно проводить переобучение, тренировки пилотов и экипажа самолета для отработки маневров во время взлета, посадки и полетов на соответствующих моделях авиационной техники. Его устанавливают как наземное оборудование в учебно-тренировочных центрах, учебных заведениях по подготовке летного состава военных и гражданских летательных аппаратов, а также для развлечений. Следовательно, основными процессами деятельности (бизнес-процессами) АТ есть: осуществление летной подготовки по получению пилотами летных навыков; комплексной учебы техники пилотирования, навигации, распознавания опасных ситуаций, критических режимов полета и выведению самолета из них, предоставление возможности не подготовленным пользователям почувствовать себя в роли пилота и др. Участниками процессов деятельности является экипаж самолета, который во время тренировки находится в КП, – выполняет полетные задания, и инструктор, который находится за ПИ, выдает полетное задание, следит за его выполнением и анализирует результаты, т.е. они являются непосредственными пользователями ИТ-сервисов АТ.

После определения процессов деятельности необходимо разделить их на бизнес-функции с дальнейшим отделением тех бизнес-функций, которые предназначены для пользования пилотами и инструктором. Затем необходимо выполнить последовательное определение перечня всех возможных функций.

Пилоты, находясь в КП АТ, должны иметь возможность наглядно ознакомиться с КП реального самолета, с работой всех приборов, размещенных в ней, а также приобрести навыки использования элементов управления и оборудования, расположенного в кабине. Использование АТ позволяет пилотам отрабатывать летное задание (осуществляется физическое влияние на органы управления); отслеживать параметры полета (воспринимается визуальная информация с приборной панели); воспринимать изменение визуального окружения (визуальная информация о внешнем окружении самолета при выполнении полетного задания) и звуковое сопровождение во время пилотирования (имитация звукового фона для обеспечения слуховой информации о режимах руления при взлете, посадке и во время полета); чувствовать имитацию реального гравитационного влияния. Отсюда определяется перечень основных процессов деятельности и бизнес-функций для пилотов (табл. 1).

Таблица 1

№	Процесс деятельности	Бизнес-функция
1	Дополнительное обучение	Ознакомление экипажа с КП, работой приборов, элементов управления и оборудованием, размещенным в кабине самолета
		Обучение всем заданным операциям, проверкам и контролю на борту самолета, выполняемым перед полетом
		Обучение управлению силовыми установками, системами самолета, электронным и специальным оборудованием, их проверке
2	Обучение технике пилотирования	Тренировка взлета в нормальных и экстремальных условиях
		Тренировка в исполнении посадки по приборам и посадочных маневров в зависимости от специфических условий аэродрома
		Обучение пилотированию в нормальных и сложных условиях (ознакомление с аэродинамическими параметрами и характеристиками самолета)
		Тренировка полетов по маршруту с использованием радиотехнических средств и средств связи
		Тренировка экипажа при возникновении в полете отказов и непредвиденных ситуаций

Для бизнес-функций определяются ИТ-сервисы как технические или профессиональные ИТ-возможности, позволяющие выполнение этих бизнес-функций, или поддержку их. В данном случае это будут ИТ-сервисы, основанные на прикладных системах:

- поддержке функций кабины пилота;
- обеспечении функционирования ИШ;
- визуализации полета;
- управлении ПП.

Для обеспечения полноценного процесса обучения пилотов с помощью АТ необходим инструктор. Чтобы выполнять свои функции он должен быть обеспечен рабочим местом – ПИ – одним из основных аспектов доменной области АТ [4]. К ним относятся соответствующие аппаратно-программные элементы (оборудование, интерфейс пульта, ПО ПИ) и процессы (управление и контроль обучения; информационный обмен). Интерфейс пульта [4] обеспечивает предоставление инструктору информации о полете и об управлении тренажером, т.е. это – пользовательский интерфейс инструктора АТ. В его состав входит множество интерфейсных элементов (элементы для отражения информации и для управления процессом обучения), которые могут поддерживаться в зависимости от вида АТ как аппаратно-программным [5], так и ПО [6].

Процессы управления обучением и контроля [4] сводятся к заданию начальных условий перед полетом, их изменениям во время полета, отслеживанию по показателям качества пилотирования, подведению итогов о вы-

полненном задании и обсуждению ошибок экипажа. Согласно анализу [4], задание и изменение условий полета должны осуществляться в соответствии со схемой полета, разработанной для достижения определенных задач подготовки (штатный взлет и посадка, пилотирование в сложных метеоусловиях и др.). Изменение условий полета происходит при событиях (выполнении самолетом определенного маневра, достижении заданной высоты, времени полета и пр.), которые можно идентифицировать по совокупности значений заданных параметров, отображаемых с помощью интерфейса ПИ АТ.

Благодаря информационному обмену [4] обеспечивается функционирование ПИ АТ как части распределенного информационно-моделирующего комплекса, который получает и отправляет информацию через ИТС. Далее приведен перечень основных процессов деятельности и бизнес-функций, предназначенных для инструктора (табл. 2).

Таблица 2

№	Процесс деятельности	Бизнес-функция
1	Дополнительное обучение	Выбор полетного задания
		Установка начальных условий полета
2	Обучение пилотирования пилотов	Имитация взаимодействия пилотов с диспетчером
		Управление имитацией отказов самолета
3	Формирование отчетов об отработке летного задания	Получение значений соответствующих параметров с фиксацией их на бумажном или электронном носителе для контроля качества пилотирования, разбора ошибок и особенностей пилотирования

Инструктор АТ имеет рабочее место – ПИ – автоматизированное рабочее место с соответствующим аппаратно-программным обеспечением. Следовательно, ИТ-сервисом, поддерживающим бизнес-функции для инструктора есть организация и поддержка функционирования автоматизированного рабочего места инструктора АТ.

Разработка структуры ИТ-сервисов (сервисных элементов) для построения ИТ-инфраструктуры авиационного тренажера

Определение и разработка ИТ-сервисов – это часть ИТ-процессов (Управления уровнем сервиса – *Service Level Management*), (Проектирование услуг – *Service Design*) в соответствии с библиотекой ИТ-инфраструктуры *ITIL (IT Infrastructure Library* – библиотека инфраструктуры информационных технологий). Особенность этой библиотеки – возможность использования адаптированных к конкретной предметной области результатов ее разработок для широкого круга ИТ-систем. Ограничений на применение в зависимости от масштабов информационной системы нет; материалы библиотеки могут быть использованы полностью или частично; модель ИТ-сервиса может быть использована в точном соответствии с текстом книг *ITIL* или адаптирована при разра-

ботке в соответствии с заданием. При этом *ITIL* – наиболее широко распространенный подход к управлению ИТ-сервисами. Рекомендации библиотеки можно использовать как основу для новейших методологий разработки организационной системы любого масштаба, принадлежащей к любой отрасли применения.

По рекомендации *ITIL* модель ИТ-сервиса должна сочетать в себе две составляющие: внешнюю (функциональную) и внутреннюю (техническую) спецификации ИТ-сервиса. Внешняя спецификация определяет функциональные и эксплуатационные характеристики ИТ-сервиса, существенные в основном для пользователя ИТ-сервиса. Внутренняя спецификация определяет требования к внутренним возможностям системы поставщика сервиса (в нашем случае авиационный тренажер), необходимым для предоставления ИТ-сервиса в соответствии с бизнес-функцией, которую обеспечивает данный ИТ-сервис.

Структура ИТ-сервиса описана сервисно-ресурсной моделью (СРМ) [7], определяющей взаимосвязи ИТ-сервисов и всех аппаратных и программных ресурсов (элементов конфигурации), которые обеспечивают функционирование каждого отдельного ИТ-сервиса. Практическая ценность актуальной СРМ заключается в том, что с ее помощью можно определить меру влияния статуса (например, доступности) любого отдельного элемента конфигурации на состояние ИТ- и бизнес-сервисов. Разработка СРМ предоставления ИТ-сервисов, допускает [7]: выделение основных типов ИТ-сервисов; систематизацию ресурсов по каждому из них, используемому в его предоставлении и поддержке; разработку метрик и показателей качества ИТ-процессов и сервисов.

Формирование на основе методологии *ITIL* СРМ, определяющая взаимосвязь и влияние ИТ-инфраструктуры АТ на бизнес-функции, позволит представить логическую модель ИТ-сервиса, описывающую состав и взаимосвязи конфигурационных единиц (элементов ИТ-инфраструктуры), которые сообща обеспечивают предоставление сервиса на соответствующем уровне. Посредством СРМ можно создавать модели для упрощенного представления объектов реального мира, их архитектуры, поведения и взаимодействия с окружающим миром.

Разработку СРМ покажем на примере ИТ-сервиса «Обеспечение функционирования ИШ». Имитация звукового окружения пилотов в кабине тренажера [8] обеспечивает слуховую информацию об имитируемых режимах работы самолета: взлета, полета по маршруту и посадки. Звук в кабине достаточно сложен и формируется добавлением нескольких звуковых профилей из соответствующих источников шумов – двигателей; выхлопных газов; воздушных винтов; оборудованием внутри кабины; шасси и другим внешним оборудованием и частями фюзеляжа; ветром, атмосферными осадками. Параметры шумов зависят от режимов работы их источников и режимов полета самолета, которые задаются коэффициентами математической модели АТ.

ИШ должен обеспечивать высокую реалистичность получаемого шума: достоверность имитируемого звукового фона, непрерывность, скорость воссоздания, громкость, эффект эха и пр. Для удовлетворения этого требования необходимо, чтобы ПО и оборудование соответствовало следующим характеристикам:

- реакции на изменение управляющего сигнала с изменением параметров математической модели поведения реального самолета, не больше 5 мс;
- частоте воссоздания звукового сигнала 20 Гц – 20 кГц;
- динамическому диапазону воссоздания звука, не менее 96 дБ;
- соотношению сигнал/шум, не менее 60 дБ;
- количеству каналов воссоздания звукового сигнала – двум.

Для обеспечения работы ИШ на начальном этапе разработки строится его обобщенная архитектура – структурная схема. Разработанная структурная схема, соответствующая приведенным характеристикам, показана на рис. 2. Персональный компьютер имитационных моделей полета (ПКИМП) выполняет математическое моделирование для имитации динамики полета, работы силовых установок, навигационных систем и др. В соответствии с состоянием имитационной модели ПКИМП передает сигналы управления через информационно-телекоммуникационную сеть (ИТСт) на персональный компьютер имитатора шума (ПКИШ) для формирования соответствующего звукового сопровождения. ПКИШ с помощью разработанного ПО и аппаратной составляющей – звуковой платы (ЗП), формирует аналоговый сигнал звуковой частоты.



Рис. 2

ЗП должна поддерживать формирование двух независимых каналов звукового сигнала для большей правдоподобности (ощущение стереоэффекта). Этот сигнал попадает на вход усилителя мощности (УМ) для получения необходимого уровня громкости в акустических системах (АС), размещенных непосредственно в КП АТ.

В соответствии со структурной схемой строится СРМ ИШ АТ. Для визуализации структуры СРМ целесообразно использовать ее представление с помощью графического отображения уровней модели в направлении сверху вниз, т.е. от названия ИТ-сервиса к элементам ИТ-инфраструктуры, определяя при этом конфигурационные единицы и все типы связей между уровнями и, при необходимости, на каждом уровне (рис. 3), который даст возможность адекватно выполнить реализацию ИТ-сервиса через элементы ИТ-инфраструктуры и функционального оборудования (ФО).



Рис. 3

Реализация СРМ ИТ-сервиса «Обеспечение функционирования ИШ» – процесс последовательного перенесения разработанной модели на аппаратно-программную платформу (ПО, ВР, телекоммуникация) и интеграция аппаратно-программной платформы с ФО. При выборе ВР, оборудования ИТСт и ФО необходимо учитывать требования, предъявляемые к ИШ, приведенные ранее. ОС, которая должна быть использована на ВР в качестве операционной среды, должна позволять оптимально использовать ПО пользователя имеющиеся ресурсы ИШ и имитационных моделей полета.

Прикладное ПО ИШ и имитационных моделей полета при невозможности использовать стандартное, необходимо разрабатывать индивидуально для каждой модели АТ, максимально используя опыт и результаты разработчиков ПО для АТ [6, 8, 9].

При выполнении аналогичных шагов разрабатывается структура следующих, предварительно определенных, ИТ-сервисов для построения ИТ-инфраструктуры АТ: *Поддержка функций КП, Визуализация полета, Управление ПП, Обеспечение АРМ инструктора*. Иерархическая структура элементов ИТ-инфраструктуры АТ сведена в табл. 3.

Построение ИТ-инфраструктурно-ориентированной архитектуры аппаратно-программного ядра авиационного тренажера

ИТ-инфраструктура АТ – это совокупность имеющихся в нем сервисов и систем, сетей, технических и

программных средств, данных, автоматизированных процессов, которая служит комплексом взаимосвязанных частей одного сложного процесса, который обеспечивается несколькими автоматизированными информационными системами. Данный процесс предназначен для экономного переобучения, тренировки экипажей для полетов на соответствующей модели самолета.

Между составными частями ИТ-инфраструктуры АТ существуют многочисленные взаимосвязи: один процесс может обеспечиваться несколькими автоматизированными системами (например, вычислитель – программное обеспечение моделей тренажера и пульт инструктора [5]), подсистемы могут обмениваться данными (например, передача/прием параметров объекта; данных конфигурации [10]), системы низшего уровня служат механизмами реализации систем высшего уровня (приборная доска – устройство согласования с объектом – вычислитель [10]) и пр.

ИТ-инфраструктура АТ – не простой набор ИТ-решений, собранных в одном месте по случайному стечению обстоятельств. Это – интегрированная система, функционирующая, как единое целое, полностью обеспечивающая функциональность АТ. Как и все системы, она целенаправленно спроектирована для выполнения определенных функций с соответствующими характеристиками. Качественная работа АТ невозможна без эффективного функционирования его ИТ-инфраструктуры, надежности, качества и стабильности ИТ-инфраструктуры, а также ее полного соответствия техническому заданию.

Конкретная схема ИТ-инфраструктуры [1, 11] определяется характером бизнес-заданий, использованием ИТ, необходимым ФО и др. Учитывая особенности предметной области АТ, разработанная обобщенная четырехуровневая схема ИТ-инфраструктуры (за основу взята предложенная в [11]) абстрактного АТ (рис. 4). Данная схема разработана как обобщенная иерархическая, которая есть совокупностью ИТС, системы управления ИТ-инфраструктурой (СУИ), обслуживающего персонала пользователей сервисов и ФО.

ФО выполняет сбор информации из сенсоров, органов управления; управление исполнительными устройствами, автоматизированными системами; обеспечение соответственного электропитания оборудования АТ. ИТС состоит из организационно-технической совокупности ИТ-системы, телекоммуникационной сети, ПО, ВР и

Таблица 3

Уровни СРМ	ИТ-сервис				
	Поддержка функций КП	Обеспечения функционирования ИШ	Визуализация полета	Управления ПП	Обеспечения АРМ инструктора
ПО	ПОКП, ПОУСО, ПОМА, ОС	ПОИШ, ОС	ПОВП, ОС	ПОПП, ОС	ПОПИ, ОС
ВР	ПК, ПрК	ПК	ПК	ПК	ПК
Телеком.	Локальная сеть, сетевой концентратор, сервер				
Функц. оборуд.	УСО, приборы, оборудование	Усилители, АС	П, ВЕ	Гидроусилители, гидроцилиндры	

разделена на четыре иерархических уровня. Уровень взаимодействия сетей (уровень I) предназначен для доступа пользователей ко всем распределенным ВР (телекоммуникационная сеть).

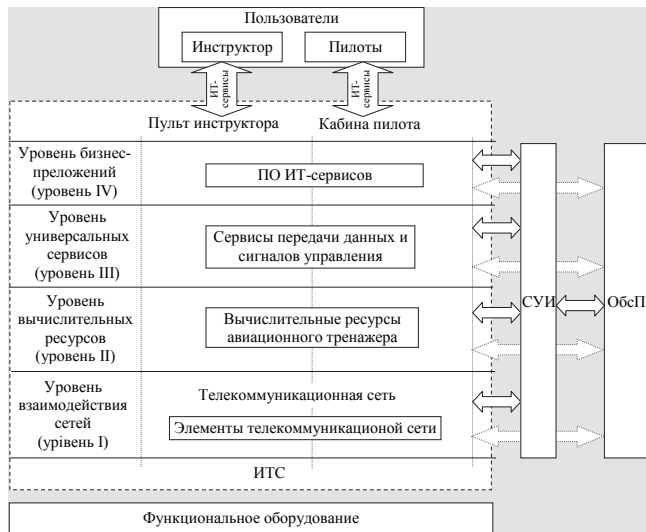


Рис. 4

Уровень вычислительных ресурсов (уровень II) имеет в своем составе ВР, которые создают основу для выполнения функциональной нагрузки АТ: персональные компьютеры, промышленные компьютеры, программируемые логические контроллеры, серверы и др. Уровень универсальных сервисов (уровень III) включает в свой состав сервисы передачи данных, сервисы передачи сигналов управления, которые используются внутри АТ, а также ПО, которое не используется непосредственно пользователями, но необходимо для согласованной работы АТ. Уровень бизнес-приложений (уровень IV)

обеспечивает взаимодействие идеологически и технологически разрозненных систем и средств управления отдельными программами; управление функциональными и технологическими подсистемами. В его состав входят распределенные программные единицы, прикладное ПО, имеющие непосредственное отношение к автоматизации выполнения процессов функционирования АТ.

Благодаря СУИ повышается эффективность работы всех систем АТ посредством автоматизации управления ИТС, согласование работы разнородных составляющих ИТС, интеграцию слабо связанных программных единиц, решения проблемы перехода от управления отдельными сетями, компьютерами и программами к комплексному, процессно-ориентированному управлению ИТС [1].

Обязательное звено ИТ-инфраструктуры АТ – обслуживающий персонал, главное задание которого – обеспечение функционирования АТ с соответствующими характеристиками и возобновление функционирования при возникновении неисправностей. Потребителями ИТ-сервисов АТ являются пилоты и инструктор. Основным сервисом предоставляющим ИТ-инфраструктуру для инструктора это *Обеспечение АРМ инструктора*. Сервисы, которые предоставляет ИТ-инфраструктура АТ пилотам: *Поддержка функций КП, Обеспечение функционирования ИИШ, Визуализация полета, Управление ПП*.

Заключение. Применение предложенной методики, в которой АТ рассматривается как целостная система с соответствующей ИТ-структурой, позволяет эффективно использовать информационные и телекоммуникационные ресурсы системы, усовершенствовать информационно-вычислительные процессы, обеспечить оптимальное взаимодействие идеологически и технологически разрозненных систем АТ, повысить надежность АТ и отдачу от капиталовложений..

Внимание !

Оформление подписки для желающих опубликовать статьи в нашем журнале обязательно.

В розничную продажу журнал не поступает.

Подписной индекс 71008