УДК 338.5

В.В. Хижняк[1], А.О. Литовченко[1], А.Г. Дмитрієв[2]

[1] *Науково-дослідний центр авіації*
Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту, Київ
[2] *Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ДОМЕННОГО АНАЛІЗУ

Запропонована інтелектуальна технологія управління експлуатацією авіаційної техніки базується на розв'язанні задач шляхом використання нового методу, сутність якого полягає в тому, що для реалізації засобів інформаційної технології використовується web-платформа. Процеси технології розглядаються як автоматизований документообіг з поглибленою аналітичною обробкою даних для підтримки прийняття рішень щодо технічного стану авіаційної техніки. Для зниження витрат на розробку програмного забезпечення пропонується застосування повторно використовуваних рішень, які формуються шляхом проведення доменного аналізу.

Ключові слова: *експлуатація авіаційної техніки, інтелектуальна технологія, доменний аналіз.*

Вступ

Постановка проблеми. Стан авіаційної техніки (АТ) авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), строки служби більшості повітряних суден (ПС) якої вже майже вичерпані, обумовлює необхідність підтримки справності та готовності застосування ПС шляхом модернізації, ремонту та переходу на експлуатацію за технічним станом [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективне виконання завдання управління технічним станом можливе лише за умови забезпечення відповідності процесу технічної експлуатації, а саме організації технічного обслуговування, об`єктивно існуючому процесу зміни технічного стану парку АТ (рис. 1).

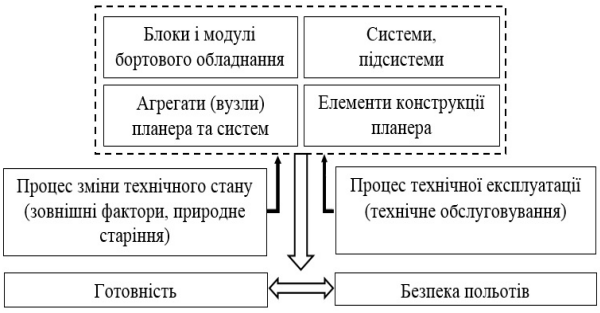

Рис. 1. Процес технічної експлуатації АТ відповідно зі змінами технічного стану

Вирішення даної задачі неможливе без застосування інформаційної технології, побудованої на основі комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, тому, що в умовах експлуатації АТ за технічним станом значно зростає кількість процесів розподілених в просторі та часі [2].

Дотепер весь комплекс робіт зі збору, обліку та аналізу даних про технічний стан базується, в основному, на паперовій документації. Недоліки її використання полягають у виникненні значних труднощів при пошуку та зміні інформації, наявності дублювання та помилок. Значна частина робочого часу витрачається на складання численних видів документів (звітних, розпорядчих, облікових, технологічних), в результаті чого різко знижується ефективність усіх видів діяльності, пов`язаної з аналізом технічного стану АТ та надання результатів.

Так як ефективний науково-технічний супровід експлуатації АТ неможливий без автоматизованого інформаційного забезпечення, доцільно розглядати можливість значного скорочення і, в подальшому, повної заміни паперової технології управління експлуатацією АТ електронною інформаційно-аналітичною технологією, яка в першу чергу спрямована на дослідження, моніторинг та прийняття рішень відносно технічного стану АТ, що тривалий час знаходиться в експлуатації та потребує супроводження.

Інформаційно-аналітичні технології – це сукупність методів збору та обробки інформації про досліджувані процеси (соціальні, політичні, економічні, технічні тощо), специфічних прийомів їх діагностики, аналізу та синтезу, а також оцінки наслідків прийняття різних варіантів рішень [3].

Представляється доцільним акцентувати увагу на якісній ознаці "аналітичності", що дає змогу виділити даний вид технологій з ряду звичайних інфо-

© В.В. Хижняк, А.О. Литовченко, А.Г. Дмитрієв, 2016

рмаційних і комунікаційних технологій [4]. Дійсно, просте додавання слова "аналітичний" до назви створюваної інформаційної системи мало що змінює у функціях, що реалізуються системою, які іноді майже нічим не відрізняються, наприклад, від редакторських або довідкових. Однак аналітичне забезпечення прийняття рішень вимагає від інформаційних технологій набагато більшого і їх роль не залишається допоміжною і другорядною, а набуває якості першочергової [5].

Інформаційно-аналітичні технології підтримання процесу прийняття рішень, згідно з класичним визначенням М. Скотта-Мортона, "об'єднують інтелектуальні ресурси людини з можливостями комп'ютера в цілях підвищення якості прийнятих рішень. Вони являють собою комп'ютеризовані системи підтримки прийняття рішень управлінцями, що мають справу зі складно структурованими проблемами" [6].

В наукові літературі останнім часом все частіше інформаційно-аналітичні технології підтримання процесу прийняття рішень називають інтелектуальними технологіями (далі – ІТ).

Метою даної статті є розробка підходів до створення інформаційної технології управління експлуатацією АТ на основі використання web-платформи та розгляданні процесів технології, як автоматизованого документообігу з поглибленою аналітичною обробкою даних для підтримки прийняття рішень щодо технічного стану АТ.

Основний матеріал

Впровадження ІТ в систему експлуатації АТ за технічним станом надає можливість збирання, накопичення, систематизації та обробки даних про стан АТ в цілому та її окремих агрегатів, і на основі отриманої інформації прийняття рішення щодо подальшої експлуатації АТ.

Завдяки використанню таких ІТ вирішується низка важливих задач [7]:

– накопичення та зберігання відомостей та документації про технічні параметри АТ;

– систематизація та аналіз інформації щодо технічного стану;

– створення баз даних виробів АТ, їх агрегатів та комплектуючих (БД);

– облік та контроль наявності та переміщення виробів АТ, їх агрегатів та комплектуючих;

– автоматизація прийняття обґрунтованих рішень про подальшу експлуатацію АТ за технічним станом.

Першим етапом розробки ІТ супроводження експлуатації АТ за технічним станом є обґрунтування наукових основ її створення. Даний етап полягає у формуванні вимог до ІТ та методології її створення, пошуку проектних рішень щодо побудови моделі бази даних (БД), методів та засобів реалізації основних компонентів програмно-технічного комплексу.

У випадку управління експлуатацією АТ можна виділити такі загальні вимоги до формування ІТ [8; 9]:

1) ІТ має забезпечити заміну паперової технології при рішенні задач управління експлуатацією та технологічним обслуговуванням ПС;

2) має складатися з апаратно-програмних засобів, що представляють собою підсистеми та функціонально-закінчені модулі;

3) має бути побудована по функціонально-модульному принципу та мати відкриту архітектуру, що забезпечує можливість розширення номенклатури технічних засобів та компонентів програмного забезпечення;

4) внутрішня будова ІТ має характеризуватися такими видами структур:

– функціональні (функції, задачі, процедури, зв`язки);

– технічні (пристрої, компоненти, комплекси, лінії, канали зв`язків);

– інформаційні (форми існування та представлення інформації в системі, операції перетворення інформації в системі);

5) конкретна конфігурація ІТ формується шляхом об`єднання в єдиний комплекс відповідних підсистем, при цьому має бути забезпечена повна сумісність підсистем при роботі в складі ІТ та взаємозамінність однотипних підсистем;

6) інтеграція підсистем в ІТ має здійснюватися на технічному та програмному рівні за допомогою засобів локального обчислювального середовища, що має забезпечувати розподілену обробку інформації;

7) центральною частиною ІТ має бути розподілена система збору, обробки та збереження інформації, що використовується при технічному обслуговуванні та експлуатації ПС;

8) ІТ має мати технічні засоби самоконтролю та діагностування, що забезпечують перевірку робочого стану системи та локалізацію несправностей;

9) підсистеми ІТ мають функціонувати в мережевому режимі для багатьох користувачів;

10) підсистеми мають бути обладнані вбудованою багаторівневою інструкцією користувача;

11) ІТ має надати користувачам розвинені сервісні функції:

– захист інформації від несанкціонованого доступу;

– забезпечення повноти та правильності інформації, що вводиться;

– архівування та розархівування БД;

– автоматичне періодичне копіювання інформації на зовнішні носії для захисту від збоїв;

– надання довідкової інформації по режимам роботи підсистем;

– перегляд та пошук необхідної інформації в БД;

– повернення до вихідного стану інформації в випадку виявлення користувачем помилок під час вводу даних;

– видача по запиту звітів в встановлених формах;

12) введення інформації має здійснюватися методом «вибору з меню».

Другим етапом процесу створення ІТ супроводження експлуатації АТ за технічним станом є розробка БД та програмних додатків. При цьому і БД і додатки ІТ мають працювати або в конкретному наявному середовищі (із заданою конфігурацією апаратних засобів, топологією мережі, архітектурою тощо), або в середовищі спеціально створеному для конкретної ІТ.

З часу впровадження обчислювальної техніки створено безліч інформаційних систем у різних галузях діяльності суспільства, тому заняття реорганізацією інформаційних систем не є сьогодні для розробника БД чимось незвичайним. Фахівцям будь-якої давно існуючої компанії, яка володіє декількома БД різних видів діяльності і дані в яких можуть мати різні уявлення, а можуть бути навіть неузгодженими, стає дуже важко пов'язувати і аналізувати інформацію, яка міститься в них. До того ж багато БД, що становлять основу таких ІС, як правило, побудовані на вже застарілих «платформах», водночас дані, що в них зберігаються, мають значну практичну цінність (класифікатори, кодифікатори, переліки, номенклатури різноманітних показників тощо).

Як результат, маючи найрізноманітніші ізольовані один від одного джерела даних, знайти необхідні дані стає неможливим. Тому щоб спростити і прискорити доступ до такої інформації, дати можливість простежувати зв'язки між різними джерелами даних і забезпечити використання для управління на всіх рівнях, у тому числі, і успадкованих БД, необхідно інтегрувати ці дані [10]. Це можливо впровадженням методики розробки БД, основними етапами якої є:

1) експорт даних в тимчасові таблиці – дані БД, піддаються реінжинірингу, експортуються в одну;

2) створення таблиці-шаблона – у тимчасовій таблиці, куди були експортовані дані, створюється таблиця-шаблон;

3) заповнення (формування) таблиці-шаблона – з використанням різних конструкцій і операторів мови моделі даних, заповнюється таблицями шаблон;

4) реінжиніринг вихідної бази даних – на підставі змісту таблиці-шаблона (даних її рядків і стовпців) і певних рядків певних таблиць вихідної БД, спеціально розроблений додаток автоматично формує коректні рядки метаописання, які потім і виконує. В результаті таких дій дані, що раніше зберігалися у вихідній БД, поміщаються в схему БД у вигляді певних метаданих;

5) перегляд результатів реінжинірингу – за допомогою спеціально розробленої програми перегляду перевіряється правильність перетворення БД. У разі виявлення невідповідностей між описом предметної області і занесеними в БД даними, останні за допомогою різних додатків видаляються. Після чого вносяться необхідні зміни, що поміщаються в таблицю-шаблон у вигляді відповідних рядків метаописів, і процес перетворення (етапи 3 ... 5) повторюється (рис. 2).

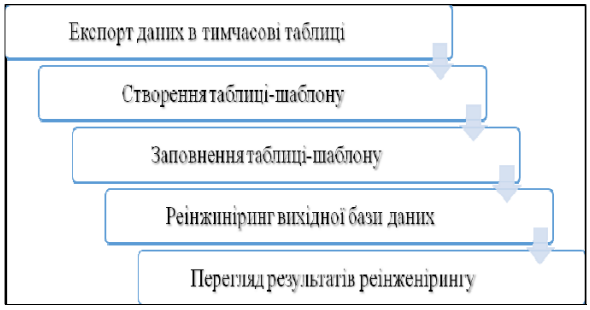

Рис. 2. Основні етапи методики розробки бази даних

Етап безпосередньої розробки ІТ супроводження експлуатації АТ за технічним станом полягає в [11]:

– технічному проектуванні інформаційної технології;

– розробці методів доменного аналізу, теорії прийняття рішень, аналітичної обробки супроводження експлуатації авіаційної техніки за технічним станом;

– створення ІТ та проведення її дослідної експлуатації.

В умовах обмеженого фінансування та труднощів, пов’язаних з розробкою доменно-орієнтованого програмного забезпечення особливої актуальності набуває питання зниження витрат на створення програмного забезпечення, при збереженні якості та надійності, підвищення його продуктивності. Одним із способів вирішення цієї проблеми є повторне використання раніше отриманих рішень, результатів, ідей, знань, вимог, результатів аналізу, проектування, тестування та документування, компонентів коду під час розробки нового програмного забезпечення – доменний аналіз.

Термін доменний аналіз вперше був введений Нейборсом [12] для позначення дій, що забезпечують виявлення об’єктів, операцій та відношень з метою їх повторного використання при розробці нових застосувань даного та інших доменів.

Доменний аналіз можна розглядати як збір досвіду і знань експертів. Досвід і знання накопичуються до моменту, поки на їх основі можна буде створити та підготовити інформацію для повторного використання. В якості переваг доменного аналізу можна привести:

– повторне використання знань в предметній області;

– повторне використання окремих компонентів;

– предметно-орієнтовані моделі для класифікації, зберігання та пошуку компонентів;

– визначення компонентів багаторазового використання програмного забезпечення;

– повторне використання інформації у тому ж домені.

Створення нового програмного забезпечення із застосуванням доменного аналізу складає два процеси (рис. 3). Суть першого полягає в розробці програмного забезпечення, а другого – в виробництві повторно використовуваних компонент. При цьому, перший процес ґрунтується на застосуванні повторно використовуваних компонент.

Доменний аналіз здійснюється під керівництвом доменного аналітика, в задачі якого входить визначення входів процесів і результатів доменного аналізу за допомогою відповідних керівництв по доменному аналізу [13].

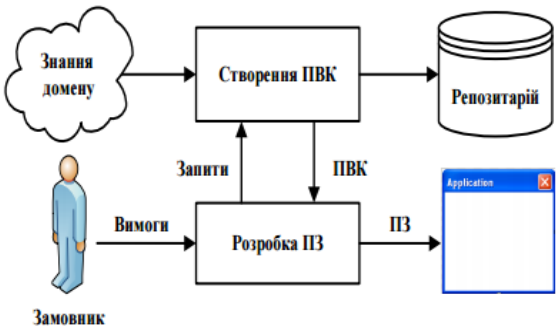

Рис. 3. Розробка нового програмного забезпечення із застосуванням доменного аналізу

Проведення доменного аналізу включає три послідовні підпроцеси – підготовка інформації, власно в аспекті авіаційної техніки, доменний аналіз, створення повторно використовуваних компонентів (рис. 4).

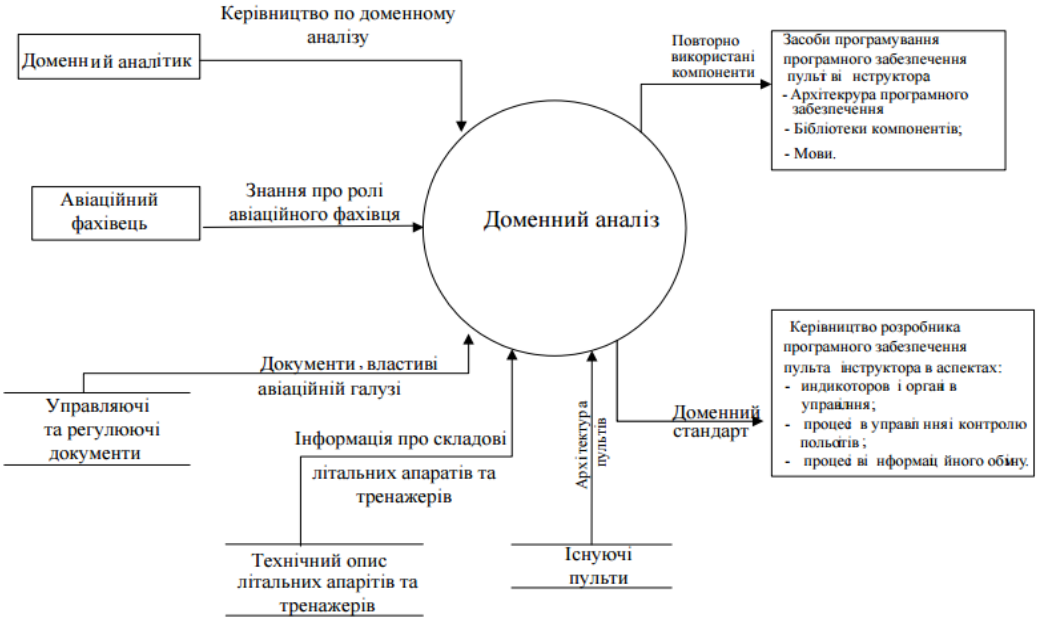

Рис. 4. Контекст доменного аналізу в авіаційному домені

Основними джерелами знань доменного аналізу при створенні ІТ супроводження експлуатації АТ за технічним станом є:

1) персонал інженерно-авіаційної служби (ведення обліку та систематизації даних про відмови і несправності АТ, оцінювання і прогнозування надійності АТ, супроводження аналізу і дослідження причин та умов виникнення відмов і несправностей АТ);

2) управляючі і регулюючі документи – Повітряний кодекс України, документи ICAO (Керівництво по запобіганню авіаційних подій, Керівництво по плануванню обслуговування повітряного руху), нормативно-правові документи з експлуатації АТ, інженерно-авіаційного забезпечення, галузеві стандарти тощо;

3) інформаційні документи – технічний опис літального апарату, тренажера, інформаційні документи про складові літальних апаратів, тренажерів, керівництво по льотній експлуатації;

4) існуючі інформаційні системи.

Загалом, доменний аналіз проводиться в два етапи – загальний аналіз домену і аналіз домену за

окремими аспектами. Обов'язковими продуктами доменного аналізу є вимоги до застосування домену, шаблони, таксономія домену, а необов'язковими – модель домену і мова домену.

В результаті доменного аналізу повинні бути вироблені БД повторно використовуваних компонентів, такі як абстрактні класи, програмні шаблони, протоколи, які формують середовище реалізації доменної інженерії, що виконується за допомогою спеціальних середовищ програмного забезпечення, і доменний стандарт – керівництво розробника по використанню повторно використовуваних компонент і середовищ програмування для створення програмного забезпечення.

При цьому, програмно-технічні комплекси підсистем ІТ формуються із сукупності однорідних, функціонально уніфікованих компонентів (модулів), програмне забезпечення кожного з яких включає повний набір інформаційних функцій і процедур обробки інформації, необхідних для інформаційного забезпечення усіх зазначених напрямів робіт, що використовуються в ході експлуатації АТ. Програмно-технічний комплекс ІТ передбачає відкриту архітектуру, яка дає змогу розвиватися ІТ як функціонально, так і структурно. Доступ до бази даних забезпечується в кожному із модулів підсистем ІТ системою паролів [5].

Інформаційне забезпечення ІТ визначає сукупність форм вхідних і вихідних обліково-звітних документів та організаційні вимоги щодо періодичності і порядку їх подання; склад і обсяг даних, які характеризують технічний стан і надійність АТ, та шляхи їх проходження від заповнення первинних форм обліку до використання при обчисленнях показників, аналізу стану АТ та прийняття обґрунтованих рішень; використовувані класифікатори об`єктів АТ та нормативну базу на технічне обслуговування і ремонт АТ; сукупність реалізованих рішень щодо обсягу, розміщення і форм існування інформації, яка використовується в ІТ при її функціонуванні.

Математичне забезпечення ІТ має складатися із функціонально завершених математичних моделей, методів і алгоритмів, спрямованих на розв`язання обчислювальних та логічних задач контролю і управління технічним станом АТ, задач прогнозування змін її показників надійності, оптимізації процесів технічного обслуговування та інших задач.

Програмне забезпечення функціонування ІТ має складатися із програмних підсистем, які реалізують адміністрування системи, сценарії автоматизації робіт, диспетчеризацію технологічних процесів, функції аналізу і оцінки параметрів АТ та її експлуатаційних характеристик. До складу програмного забезпечення функціонування ІТ входять функціональні програмні підсистеми, що реалізують перелік завдань ІТ. Програмне забезпечення ІТ передбачає як сумісну роботу уніфікованих модулів підсистем ІТ в режимі обміну даними через канали зв`язку, так і автономну їх роботу з обміном даними між ними за допомогою переносних засобів інформації [5].

Функціональність уніфікованих модулів ІТ має визначатися переліком завдань, покладених на ІТ та умовами їх виконання. Кількість і склад модулів в комплексі ІТ структурно не обмежується.

При такому підході впровадження ІТ в систему експлуатації АТ за технічним станом полягає в накопиченні, визначенні, формуванні та наданні керівному складу достовірної узагальненої інформації щодо пономерної наявності, фактичного технічного стану та рівня надійності парку АТ, рівня матеріально-технічного забезпечення її експлуатації, визначення ресурсних показників та строків служби АТ, нормативно-технічних даних і вимог з питань експлуатації АТ для відпрацювання і прийняття обґрунтованих рішень щодо організації і виконання робіт та доведення прийнятих рішень до виконавців робіт.

Висновки

Розроблено інтелектуальну технологію управління експлуатацією АТ, в основу якої покладено розв'язання задач шляхом використання нового методу. Сутність цього методу полягає в реалізації засобів інформаційної технології web-платформи, а процеси технології при цьому розглядаються як автоматизований документообіг з поглибленою аналітичною обробкою даних для підтримки прийняття рішень щодо технічного стану АТ.

Список літератури

1. Хижняк В.В. Дослідження відповідності та повноти нормативної бази з питань інженерно-авіаційного забезпечення експлуатації повітряних суден авіації ДСНС України (шифр – «Авіація-ІАС»): звіт про НДР (заключн.) / В.В. Хижняк, В.І. Ємець [та ін.]. – К., 2014. – 178 с. – № ДР 0113U004717.

2. Луцький М.Г. Підтримка придатності інформаційно-програмного забезпечення авіаційної техніки / М.Г. Луцький, М.О. Сидоров, Ю.К. Зіатдінов // Науково-практична конференція «Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки». – К., 2009. – С. 75.

3. Енциклопедія сучасної України: у 30 т. / ред. кол. І.М. Дзюба [та ін.]; Національна академія наук України, Наукове товариство імені Шевченка, Координаційне бюро енциклопедії сучасної України НАН України. – К., 2003–2014. – ISBN 944-02-3354-X.

4. Райков А.І. Інтелектуальні інформаційні технології в аналітичних дослідженнях соціально-політичних об'єктів / А.І. Райков // НТІ. Сер. 2. – 1994. – № 11. – С. 1-7.

5. Хижняк В.В. Критерії та показники ефективності аналітичних імовірнісних інформаційно-вимірювальних систем / В.В. Хижняк // Системи обробки інформації: Зб.

наук. пр. – Харків: Харківський військовий університет, 2003. – Вип. 1. – С. 17-23.

6. Keen P.G., Scott-Morton M.S. Decision Support Systems: An Organizational Perspective. Reading, MA: Addison-Wesley, 1978.

7. Гольц Э.Л. Информационные системы интегрированной логистической поддержки авиационной техники / Э.Л. Гольц // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – №4-2.

8. Демин И.В. Основные характеристики систем информационного обеспечения технической эксплуатации летательных аппаратов / И.В. Демин, А.В. Кацура // Вестник СибГАУ. – 2006. – №4.

9. Чепіженко В.І. Технологія створення інформаційно-керуючої системи супроводження експлуатації авіаційної техніки / В.І. Чепіженко, І.С. Ясенова // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – 2010. – Вип. 6(13). – 206 с.

10. Дроздова О.Е. Информационная среда по контролю летной годности авиатехники / О.Е. Дроздова, И.Г. Кирпичев, Б.В. Олимов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2007. – №119. – С. 95-100.

11. Орловский М.Н. Техническая эксплуатация воздушных судов: учеб. пособие / М.Н. Орловский, Ю.А. Яковлев; Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". – Х. : ХАИ, 2011. – 115 с. – Библиогр.: с. 115.

12. Neighbors J.M. The Draco Approach to Constructing Software from Reusable Components / J.M. Neighbors // IEEE Trans. on Softw. Eng. – 1984. – 10, №3. – P. 564-576.

13. Рябокінь Ю.М. Доменно-орієнтований метод та засіб конструювання програмного забезпечення пультів інструктора авіаційних тренажерів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03 / Ю.М. Рябокінь;– К.: Нац. авіац. ун-т. 2013. – 20 с.

Надійшла до редколегії 8.11.2016

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Леонтьєв, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ДОМЕННОГО АНАЛИЗА

В.В Хижняк, А.А. Литовченко, А.Г. Дмитриев

Предложена интеллектуальная технология управления эксплуатацией авиационной техники, которая базируется на решении задач путем использования нового метода, сущность которого состоит в том, что для реализации средств информационной технологии используется web-платформа, а процессы технологии рассматриваются как автоматизированный документооборот с углубленной аналитической обработкой данных для поддержки принятия решения по техническому состоянию авиационной техники. Для снижения затрат на разработку программного обеспечения предлагается применение повторно использующихся решений, которые формируются путем проведения доменного анализа.

Ключевые слова: *эксплуатация авиационной техники, интеллектуальная технология, доменный анализ.*

INTELLIGENT TECHNOLOGY MANAGEMENT AVIATION TECHNOLOGY BASED DOMAIN ANALYSIS

V.V. Khizhnyak, A.O. Litovchenko, A.G. Dmitriev

The proposed intelligent control technology, operation of aircraft, which is based on solving problems by using a new method, the essence of which consists in the fact that the implementation of information technology tools being used by the web platform, and processes are considered as an automated workflow with an in-depth analytical processing of data to support decision-making on a technical condition of aviation equipment. To reduce the cost of software development is the use of reusing solutions, which are formed by conducting a domain analysis.

Keywords: *exploitation of aviation equipment, intelligent technology, domain analysis.*