



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109649** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
B64D 11/00
H04B 7/185 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

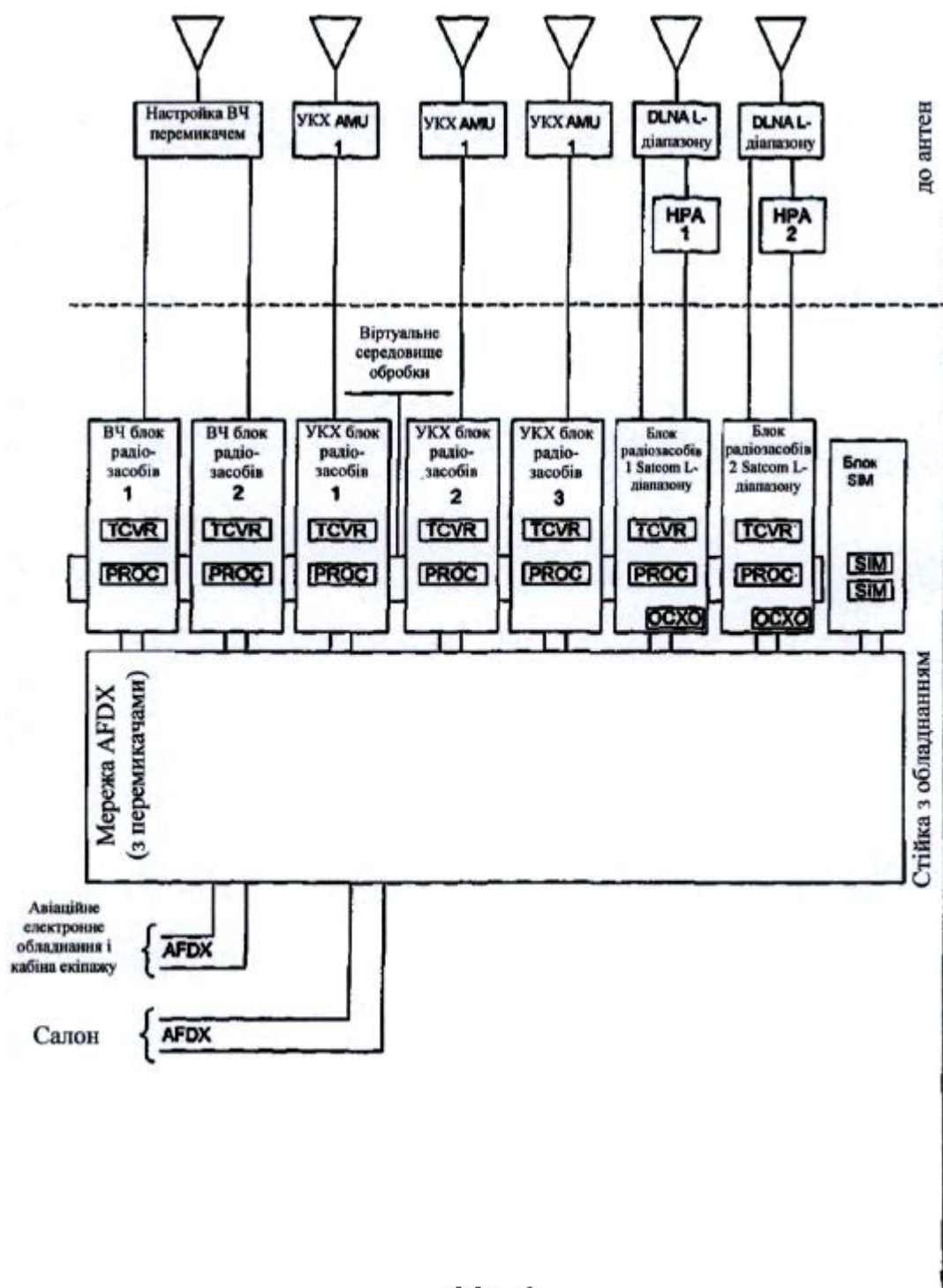
(21) Номер заявки:	а 2012 10920	(72) Винахідник(и): Бадду Джеффри Джеймс Аквей (GB), Нейлор Майкл (GB), Майєрс Ендрю Пітер (GB)
(22) Дата подання заявки:	27.01.2011	(73) Власник(и): ТАЛЬ ХОЛДІНГЗ ЮКЕЙ ПІЕЛСІ, 2 Dashwood Lang Road, The Bourne Business Park, Addlestone, Nr Weybridge, Surrey KT152NX, United Kingdom (GB)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.09.2015	(74) Представник: Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	1002889.2	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: JP 2009223732 A, 01.10.2009 US 7158072 B1, 02.01.2007 US 7620127 B1, 17.11.2009 US 2009231197 A1, 17.09.2009 US 2008074322 A1, 27.03.2008 US 2006052094 A1, 09.03.2006
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.02.2010	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	GB	
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2013, Бюл.№ 8	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.09.2015, Бюл.№ 18	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/GB2011/000111, 27.01.2011	

(54) РАДІОСИСТЕМА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

(57) Реферат:

Радіосистема літального апарата, що містить множину радіозасобів, взаємно з'єднаних за допомогою цифрової мережі зв'язку, причому кожен радіозасіб має приймач-передавач і виділену процесорну платформу, при цьому радіосистема літального апарата виконана з можливістю призначення виділеним процесорним платформам утворювати віртуальне середовище обробки для радіосистеми літального апарата. Існує також радіосистема літального апарата, що містить множину дискретних радіозасобів, взаємно з'єднаних за допомогою цифрової мережі зв'язку, причому кожен радіозасіб має приймач-передавач, виділену процесорну платформу і сервер, виконаний з можливістю підтримання зв'язку по мережі з використанням PPPoE (протокол з'єднання "точка-точка" по Ethernet), для забезпечення загального цифрового інтерфейсу між базовою системою літального апарата і радіозасобами для численних типів зв'язку.

UA 109649 C2



Фіг. 1

Даний винахід стосується радіосистеми літального апарату. Більш конкретно, даний винахід стосується інтеграції обладнання літального апарату, який приймає і/або передає радіосигнали. Даний винахід не обмежений будь-якою конкретною галуззю, і включає в себе, наприклад, системи зв'язку, навігації і спостережень. Крім того, він не обмежений обладнанням, яке приймає і/або передає радіосигнали, які є зовнішніми відносно літального апарату: він також включає в себе обладнання, пов'язане з радіосигналами, які є внутрішніми відносно літального апарату. Таке обладнання може включати в себе, наприклад, УКХ радіозасоби (зовнішні), ВЧ радіозасоби (зовнішні), радіозасоби супутникового зв'язку Satcom (зовнішні), далекомірні радіозасоби (зовнішні), радіозасоби приймача GPS (зовнішні) і радіозасоби пікостільникового GSM зв'язку (внутрішні).

У даному описі використовуються наступні терміни:

базова система літального апарату - системи, які знаходяться поза радіосистемами, такі як авіаційні електронні системи, кабіна екіпажу і салон;

антенна система - антени, радіочастотні кабелі й інші елементи, такі як будь-які підсилювачі й фільтри, які є зовнішніми відносно радіозасобів;

радіозасіб - обладнання, яке дозволяє приймати і/або передавати радіосигнали при підключенні до придатної антенної системи;

радіосистеми - набір радіозасобів, що включає в себе будь-які функції керування;

авіаційні електронні системи - набір авіаційного електронного обладнання;

приймач-передавач - РЧ і ПЧ частини радіозасобів; він звичайно складається з передавача і приймача, але може бути також тільки передавачем або тільки приймачем;

блоки радіозасобів - містять функції обробки і прийому-передачі, але не являють собою, наприклад, антену;

коливальний сигнал - характер зміни фізичного рівня і рівня протоколу, що задовольняє конкретний стандарт радіоінтерфейса;

Satcom - супутниковий зв'язок.

У даному описі використовується наступна аббревіатура:

ADC (Analogue to Digital Converter) - аналогово-цифровий перетворювач;

AFDX (Avionics Full Duplex Ethernet) - авіаційний повнодуплексний Ethernet;

AMU (Antenna Matching Unit) - блок узгодження антени;

ARINC (Aeronautical Radio, Inc) - компанія "Аеронотікел Радіо, Інкорпорейтед";

CORBA (Common Object Request Broker Architecture) - загальна архітектура брокера об'єктних запитів;

DAC (Digital to Analogue Converter) - цифрово-аналоговий перетворювач;

DLNA (Diplexer LNA) - блок частотної розв'язки LNA;

DME (Distance Measuring Equipment) - далекомірне обладнання;

DVB (Digital Video Broadcasting) - широкомовлення цифрового відео;

FPGA (Field Programmable Gate Array) - вентильна матриця, що програмується користувачем;

GPS (Global Positioning System) - глобальна система позиціонування;

GSM (Global System for Mobile Communications) - глобальна система мобільного зв'язку;

HF (High Frequency) - висока частота;

HPA (High Power Amplifier) - підсилювач високої потужності;

HMI (Human Machine Interface) - інтерфейс "людина-машина";

IF (Intermediate Frequency) - проміжна частота;

IMA (Integrated Modular Avionics) - інтегроване модульне авіаційне електронне обладнання;

IMR (Integrated Modular Radio) - інтегрований модульний радіозасіб;

IP (Internet Protocol) - Інтернет-протокол;

IPCP (Internet Protocol Control Protocol) - керуючий протокол Інтернет-протоколу;

LCP (Link Control Protocol) - протокол керування каналом зв'язку;

LNA (Low Noise Amplifier) - малошумний підсилювач;

NCP (Network-layer Control Protocol) - протокол керування мережевого рівня;

OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator) - термостатований кварцовий генератор;

PADI (PPPoE Active Discovery Initiation) - ініціація активного виявлення PPPoE;

PADO (PPPoE Active Discovery Offer) - пропозиція активного виявлення PPPoE;

PADR (PPPoE Active Discovery Request) - запит на активне виявлення PPPoE;

PADS (PPPoE Active Discovery Session-confirmation) - підтвердження сеансу активного виявлення PPPoE;

PADT (PPPoE Active Discovery Termination) - завершення активного виявлення PPPoE;

PCI (Express Peripheral Component Interconnect Express) - швидкодіюче взаємне з'єднання периферійних компонентів, шина PCI;

PDP (Packet Data Protocol) - протокол пакетної передачі даних;

PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet) - протокол точка-точка через мережу Ethernet;

5 PROC (Processor) - процесор;

PTT (Push to Talk) - вихід в мобільний ефір (натисни, щоб говорити);

SDU (Satellite Data Unit) - блок супутникових даних;

SIM (Subscriber Identity Module) - модуль ідентифікації абонента;

SRIO (Serial RapidIO) - послідовний інтерфейс RapidIO (швидкого введення-виведення);

10 TCVR (Transceiver) - приймач-передавач;

TE (Terminal Equipment) - кінцеве обладнання;

RF (Radio Frequency) - радіочастота;

VHF (Very High Frequency) - дуже висока частота, УКХ (ультракороткі хвилі);

VOIP (Voice over IP) - передача голосу по IP.

15 В існуючих авіаційних радіоелектронних системах для кожної функції використовуються окремі радіозасоби. Вони часто дублюють один одного для того, щоб забезпечити безперервність обслуговування в кожному необхідному діапазоні частот. Це приводить до збільшення розміру, ваги і вартості таких систем. Крім того, кожен радіозасіб виконує тільки функції, які задані для виконання, і тому експлуатаційна гнучкість є невисокою.

20 Ця ситуація була також вірна для інших авіаційних електронних систем. Однак були визнані переваги інтеграції різних авіаційних електронних систем для виконання на одному комп'ютері, і був винайдений підхід, що одержав назву - Інтегроване модульне авіаційне електронне обладнання (IMA). Це дозволяє знизити кількість комп'ютерних апаратних засобів, а також забезпечити велику гнучкість при взаємодії різних функцій одна з одною. Однак в цьому

25 випадку, виникають проблеми сертифікації, оскільки функції мають великий потенціал взаємодії небажаними способами з можливими катастрофічними наслідками. Це було подолано за рахунок використання операційних систем реального часу з високим ступенем інтеграції, які розділяють різні функції.

30 Система, подібна IMA, буде корисною для авіаційних радіоелектронних систем. Однак існують відмінності між вимогами, які роблять підхід IMA менш практичним для таких систем. Даний винахід описує альтернативний розподілений підхід до архітектури IMA, який пропонує множину бажаних особливостей без будь-яких недоліків.

Крім цього, в цей час використовуються різні схеми інтерфейсів для одержання доступу до різних послуг радіозв'язку, які можуть бути послугами цифрового або аналогового радіозв'язку. Оскільки інфраструктура внутрішнього зв'язку літального апарату базується все більше і більше на IP, бажано мати єдиний спосіб доступу до всіх послуг радіозв'язку, який охоплює як сучасні послуги на основі IP, так і традиційні послуги аналогового радіозв'язку.

35

Відповідно, в цей час кожний тип радіозасобу реалізовується різним чином з невеликим ступенем інтеграції або уніфікації між ними. У цей час кожний тип радіозасобу приводить до використання своїх власних способів з'єднання. Наприклад, інтерфейс для УКХ радіозасобу, що передає аналоговий голос, дуже відрізняється від інтерфейсу радіозасобу для супутникового зв'язку, що передає IP-пакети. Це ускладнює досягнення рішення безшовної організації мережі, де інформацію можна легко спрямувати через систему в різні радіозасоби. Крім того, в цей час відсутня можливість створення віртуального обладнання обробки, що використовує різні

40

45 радіозасоби.

Наведені вище міркування означають, що існуючі радіосистеми не достатньо інтегровані і тому не забезпечують переваг від загальних конструкцій, загальних інтерфейсів і можливостей спільної роботи через віртуальне обладнання обробки.

Даний винахід являє собою радіосистему літального апарату, що містить множину радіозасобів, взаємно з'єднаних за допомогою цифрової мережі зв'язку, причому кожен радіозасіб має приймач-передавач і виділену процесорну платформу, при цьому радіосистема літального апарату виконана з можливістю призначення виділеним процесорним платформам утворювати віртуальне середовище обробки для радіосистеми літального апарату.

50

Винахід також надає радіосистему літального апарату, що містить множину радіозасобів, взаємно з'єднаних за допомогою цифрової мережі зв'язку, причому кожен радіозасіб має приймач-передавач, виділену процесорну платформу і сервер, виконаний з можливістю підтримування зв'язку по мережі з використанням протоколу точка-точка через мережу Ethernet (PPPoE) для надання загального цифрового інтерфейсу між базовою системою літального апарату і радіозасобами для множини видів зв'язку.

55

Переважний варіант здійснення винаходу складається з набору модульних блоків радіозасобів з високим ступенем уніфікації і взаємозв'язку, який утворює основу для розподіленої архітектури. Блоки радіозасобів складаються з приймально-передавальних модулів і загальної платформи обробки. Блоки радіозасобів утворюють тільки частину всього радіоустаткування, оскільки вони не включають в себе, наприклад, антени.

Загальна платформа обробки знижує вартість розробки, виготовлення і технічного обслуговування за рахунок підтримки, наприклад, загального середовища розробки програмного забезпечення, загального середовища виконання програмного забезпечення, більш високого ступеню загальних модулів програмного забезпечення і загального інтерфейсу.

Взаємозв'язок між блоками радіозасобів дозволяє створювати віртуальне обладнання обробки.

Загальний інтерфейс для блоків радіозасобів підтримує безшовну організацію мережі, що полегшує інтеграцію радіосистеми в системі літального апарату. Спосіб вибору контролера для безшовної організації мережі і керування радіозасобами також описаний нижче.

Використання розподіленої архітектури обробки дає перевагу для масштабування, сертифікації, динамічної реконфігурації, безшовної організації мережі, дубльованого керування, розміру, вартості і ваги. Використання безшовної організації мережі забезпечує оптимальну маршрутизацію інформації через множину послуг радіозв'язку.

Для кращого розуміння даного винаходу нижче приводиться опис переважного варіанта здійснення даного винаходу за допомогою тільки прикладу з посиланням на супровідні схематичні креслення, на яких:

фіг. 1 - структурна схема віртуальної розподіленої архітектури обробки для радіосистеми літального апарату, згідно з варіантом здійснення винаходу;

фіг. 2 - структурна схема, що ілюструє розбивання за функціональним призначенням радіозасобу на блок і пов'язану з ним антену й інші компоненти для використання у варіанті здійснення винаходу;

фіг. 3 - структурна схема, що ілюструє віртуальне середовище обробки з посиланням на розміщення компонентів, які стосуються керування радіозасобом і безшовної організації мережі для використання у варіанті здійснення винаходу;

фіг. 4 - схема послідовності повідомлень, що ілюструє потік інформації для керування радіозасобом і безшовної організації мережі у віртуальному середовищі обробки для використання у варіанті здійснення винаходу;

фіг. 5 - структурна схема, що ілюструє віртуальне середовище обробки з посиланням на розміщення компонентів коливального сигналу для використання у варіанті здійснення винаходу;

фіг. 6 - схема послідовності повідомлень, що ілюструє потік інформації для розподілених компонентів коливального сигналу у віртуальному середовищі обробки для використання у варіанті здійснення винаходу;

фіг. 7 - структурна схема, що ілюструє загальний цифровий інтерфейс, встановлений за допомогою переважного варіанта здійснення винаходу, для передачі аналогових голосових повідомлень по PPPoE і AFDX, згідно з варіантом здійснення даного винаходу; і

фіг. 8 - схема послідовності повідомлень, що ілюструє використання загального цифрового інтерфейсу для доступу до УКХ аналогових голосових послуг.

Нижче наводиться опис переважного варіанта здійснення даного винаходу, що містить п'ять аспектів:

віртуальна розподілена архітектура обробки;

віртуальне середовище обробки;

загальна платформа обробки;

загальний цифровий інтерфейс;

спосіб вибору об'єкта керування.

Віртуальна розподілена архітектура обробки

Віртуальна розподілена архітектура обробки зображена на фіг. 1. На ній показаний набір блоків радіозасобів і пов'язані з ними елементи, такі як антени, AMU, DLNA і HPA. Блоки радіозасобів з'єднані разом через цифрову мережу, таку як мережа AFDX.

Довідкова інформація

Авіаційний повнодуплексний Ethernet (AFDX), що перемикається, являє собою технологію організації детермінованої мережі, розроблену для авіаційних додатків. Вона базується на Ethernet, але уникає конкуренції каналів для того, щоб забезпечити гарантовані смуги пропускання і якість обслуговування. Мережа AFDX складається з кінцевих систем, комутаторів

і каналів зв'язку. Архітектура підтримує окремі канали між кінцевими системами для того, щоб надати надмірність.

Кожний блок радіозасобу містить приймач-передавач і платформу обробки і використовує технології радіо, що програмно визначається. Платформа обробки виконує обробку для свого локального приймача-передавача, а також надає віртуальне середовище обробки для більш загальної обробки, такої як безшовна організація мережі і керування радіозасобом. Якщо потрібно, можна також керувати більш високими рівнями протоколу коливального сигналу у віртуальному середовищі обробки. Це віртуальне середовище обробки стає можливим внаслідок можливості з'єднання, що надається цифровою мережею.

Зразкова ілюстрація розбивання за функціональним призначенням в радіозасобі наведена на фіг. 2. На ній також показаний приклад розбивання на частині між приймачем-передавачем і функціями обробки, що виконуються в блоці радіозасобу.

Крім можливості з'єднання між блоками радіозасобів, цифрова мережа також надає можливість з'єднання з іншими базовими системами літального апарату, такими як авіаційні електронні системи, кабіна екіпажу і салон. Блок SIM також підключається до цифрової мережі для підтримки SIM-карт, які потрібні для деяких послуг.

Незважаючи на те, що на ілюстрації показана одна система з можливістю з'єднання як з кабіною екіпажу, так і з салоном, альтернативна конфігурація дозволяє досягнути фізичного розділення при наявності однієї системи, підтримуючої послуги для кабіни екіпажу, і окремої системи, що підтримує послуги для салону.

Віртуальне середовище обробки

Рівень техніки

Існуючі авіаційні системи зв'язку використовують федеративний підхід, де кожен радіозасіб містить свою власну цифрову обробку сигналів й інші ресурси програмного забезпечення. Перевагою таких систем є більш легка сертифікація, але вони не є дуже гнучкими в задоволенні нових вимог.

Інші авіаційні електронні системи (наприклад, керування польотом) переходять на архітектуру інтегральної модульної авіоніки (IMA), де загальні обчислювальні ресурси (відповідно надмірні) використовуються для багатьох різних функцій. Взаємодією між функціями керують з використанням сертифікованої RTOS, яка гарантує розділення у часі і об'ємі пам'яті. Це забезпечує значно поліпшену гнучкість і кращий зв'язок між додатками в порівнянні з федеративним підходом. Це дозволяє також знизити вартість.

Існує необхідність для переходу до подібної архітектури для IMR. Хоча це можливо, але не оптимально з точки зору вартості, розміру і ваги, оскільки буде необхідно більше обладнання для виконання необхідних функцій і буде необхідно більше взаємних з'єднань. Масштабованість є проблемою.

Ця ідея полягає в тому, щоб посилити переваги інтеграції ресурсів обробки з кожним блоком радіозасобів, і все ж запропонувати гнучкість IMA.

Віртуальне середовище обробки реалізоване через можливість з'єднання між блоками радіозасобів і використання технологій, які підтримують розподілену обробку. Прикладом технології є CORBA або відповідний піднабір CORBA, який задовольняє необхідні сертифікації безпеки і надійності.

Рівень техніки

Загальна архітектура брокера об'єктних запитів (CORBA) являє собою відкритий стандарт для розподіленої обробки і визначається групою керування об'єктами OMG (Object Management Group, Inc). CORBA дозволяє комп'ютерним програмам, написаним на різних комп'ютерних мовах програмування і, які виконуються на різних комп'ютерах, з'єднаних за допомогою мережі, з'єднуватися один з одним безшовним чином. Звичайно, клієнтська програма на одному комп'ютері буде використовувати послуги, що надаються серверною програмою на іншому комп'ютері. Можливою альтернативою є CORBA реального часу, яка також визначається OMG.

Віртуальне середовище обробки дозволяє розподілити обробку за системою, таким чином, підвищуючи гнучкість, надмірність і масштабованість. Це в основному представляє інтерес для конкретної обробки не коливального сигналу, яка характерна для всієї системи, і дозволяє більш легко і ефективно використовувати таку обробку. Прикладами такої обробки є безшовна організація мережі і керування радіозасобами, що включає в себе керування працездатністю.

Віртуальне середовище обробки можна сконфігурувати під час проектування/побудови, або при введенні в експлуатацію або під час роботи.

Зразкова ілюстрація розташування компонентів програмного забезпечення/апаратних засобів для керування радіозасобами і безшовної організації мережі у віртуальному середовищі обробки наведена на фіг. 3. На цій ілюстрації показані компоненти контролера, розташовані в

блоках радіозасобів. Однак їх можна розташувати в окремих пристроях, таких як комп'ютер ІМА. Останнє привабливе у випадку, якщо контролер повинен бути розроблений на більш високому рівні забезпечення надійності конструкції в порівнянні з компонентами блоків радіозасобів.

Зразкова ілюстрація обміну інформацією між компонентами для керування радіозасобами і безшовної організації мережі у віртуальному середовищі обробки наведена на фіг. 4. На ній показана суть взаємодій, а також показано, де можуть бути відображені різні частини при реалізації, оснований на PPPoE, описаної в розділі загального цифрового інтерфейсу.

Хоча обробка коливального сигналу звичайно виконується на платформі обробки, локальний для відповідного приймача-передавача, по мірі необхідності віртуальне середовище обробки також дозволяє розподілити її. Крім надання доступу до додаткових ресурсів обробки, це також дає гнучкість постачальникам обладнання відносно величини конкретного функціонального призначення коливальних сигналів, яку надають блоки радіозасобів. Наприклад, блок радіозасобів може забезпечувати тільки функціональне призначення фізичного рівня (модуляцію, демодуляцію і канальне кодування), надаючи реалізацію функціонального призначення стека протоколів в іншому місці.

Зразкова ілюстрація розміщення компонентів програмного забезпечення/апаратних засобів для обробки коливального сигналу у віртуальному середовищі обробки наведена на фіг. 5, на якій показано, як можна розподілити обробку для заданого коливального сигналу в блоках радіозасобів.

Зразкова ілюстрація обміну інформації між компонентами при обробці коливального сигналу у віртуальному середовищі обробки подана на фіг. 6. На ілюстрації показано, як фізичний рівень і стек протоколу можуть бути розташовані в окремих блоках радіозасобів.

Сертифікований RTOS з розділенням за часом і пам'яттю використовується для окремого зберігання різних додатків обробки. Це, спільно з точно певними інтерфейсами, полегшує сертифікацію.

У результаті, віртуальне середовище обробки надає оптимізовану архітектуру для наступного покоління зв'язного авіаційного електронного обладнання. Це передбачає високий ступінь гнучкості, масштабованість, знижену вартість розробки і знижену вартість обладнання.

Загальна платформа обробки

Рівень техніки

а) В результаті розвитку технологій постійно зменшуються розмір, вага і енергоспоживання апаратних засобів цифрової обробки. За допомогою сучасних технологій ці елементи становлять лише невелику частку того, що потрібно для деяких РЧ аспектів радіосистеми, такої як НРА.

б) В загальній вартості розробки обладнання бездротового зв'язку переважає вартість розробки програмного забезпечення і апаратних засобів. Однак значна частина цієї вартості (звичайно > 50 %) не є характерною для конкретного коливального сигналу, а стосується загальних елементів, таких як завантаження, зв'язок між процесами, реєстрація послуг, служби часу, драйвери, вбудовані засоби діагностики і т. д.

с) По мірі розвитку технології вартість апаратних засобів цифрової обробки постійно зменшується подібно розміру, вазі і споживаній потужності. Висока загальна вартість розробки і відносно невелика кількість продукції для додатків авіаційного електронного обладнання означає, що вартість апаратних засобів являє собою частину повної вартості розробки на одиницю продукції.

Хоча віртуально розподілену архітектуру можна реалізувати за допомогою різних платформ обробки, існують значні переваги при використанні загальної платформи процесора у всій системі. Це зменшує вартість розробки і технічного обслуговування за рахунок використання уніфікації, яка існує у вимогах обробки різних блоків радіозасобів.

Тому привабливим є розгортання загальної платформи обробки з кожним блоком радіозасобів. Така обробка, як правило, реалізовується на процесорі і/або FPGA, що вимагає розробки апаратних засобів і програмного забезпечення. Загальна платформа обробки включає в себе, наприклад, загальну платформу апаратних засобів, загальні інтерфейси, загальне середовище розробки і загальне середовище виконання програмного забезпечення.

Одним із загальних інтерфейсів передбачається Ethernet для можливості з'єднання AFDX. Бажаний також загальний інтерфейс для приймально-передавальних модулів, наприклад, PCI Express або SRIO, послідовний інтерфейс RapidIO.

Рівень техніки

PCI Express являє собою технологію високошвидкісного взаємного з'єднання, що використовує послідовні лінії зв'язку. Вона базується на лініях зв'язку точка-точка, але архітектура включає в себе перемикачі, які дозволяють спрямовувати лінії зв'язку в три

структури і також розгортатися на виході на численні приймачі від одного передавача. PCI Express звичайно використовується для з'єднань між мікросхемами і між платами. Специфікація кабелю для зовнішнього застосування також дозволяє використовувати його в з'єднаннях між корпусами.

5 Послідовні інтерфейси RapidIO, SRIO являють собою іншу технологію високошвидкісного взаємного з'єднання, також що використовує послідовні лінії зв'язку. Вона базується на лініях зв'язку точка-точка, але архітектура включає в себе перемикачі, які дозволяють спрямовувати лінії зв'язку гнучким способом. Послідовний інтерфейс RapidIO звичайно застосовується для з'єднань між мікросхемами і між платами.

10 Використання загальної платформи не виключає розвиток цієї платформи з плином часу. Наприклад, Версія 1.0 може бути розгорнута для УКХ радіозасобів, а Версія 1.1 для радіозасобів діапазону надвисоких частот (L-діапазону), а також для РЧ радіозасобів. У загальну платформу можуть входити численні особливості, підтримуючі збільшення можливостей обробки. Наприклад, одна платформа може використовувати тільки процесор,

15 тоді як інша платформа може використовувати процесор і FPGA.

Загальний цифровий інтерфейс

Рівень техніки

20 Зовнішній бездротовий зв'язок літального апарату використовує множину засобів зв'язку, включаючи ВЧ, УКХ і Satcom. Різні схеми інтерфейсів застосовуються для доступу до різних послуг, які можуть ґрунтуватися на цифрових або аналогових способах. Тим часом, оскільки інфраструктура внутрішнього зв'язку літального апарату стає все більш і більш основаною на IP, бажано мати один спосіб для доступу до всіх бездротових послуг, що охоплюють як сучасні послуги на основі IP, так і діючі аналогові послуги.

Вимоги до послуг зв'язку можна, загалом, розділити на два типи:

25 Тип 1: гарантований час очікування і смуга пропускання - це потрібно для додатків, таких як аудіо і відео. Цей тип послуги традиційно надається за допомогою послуг з комутацією каналів, а останнім часом також надається за допомогою послуг поточкових пакетів.

Тип 2: змінний час очікування і смуга пропускання - це підходить для пропозицій, таких як перегляд Інтернет або загальна передача даних, де час очікування не є критичним, і відсутній постійний потік інформації, яка повинна бути доставлена в місце призначення з фіксованою швидкістю передачі. Цей тип надається традиційними послугами з комутацією пакетів.

30 Архітектура віртуальної розподіленої обробки використовує цифрову мережу, таку як AFDX, для взаємного з'єднання блоків радіозасобів і з'єднання з клієнтськими системами. AFDX є прикладом детермінованої цифрової мережі. Така мережа надає послугу Типу 1 з гарантованим часом очікування і смугою пропускання. Підтримуючи смугу пропускання цифрової мережі вище, ніж та, яка пропонується послугами радіозасобів, цифрова мережа може підтримувати послуги радіозв'язку Типу 1 і Типу 2.

Рівень техніки

40 У цей час мережі AFDX використовують мережі Ethernet зі швидкістю передачі 10 Мбіт/с і 100 Мбіт/с і тому підтримує швидкості передачі набагато вище, ніж у більшості послуг радіозасобів, за винятком послуг радіозасобів з дуже високою смугою пропускання, таких як WiMAX і DVB, які сьогодні можливо можуть використовувати значну частину максимальної смуги пропускання AFDX. Однак швидкості AFDX, можливо, збільшаться в майбутньому услід за розвитком швидкостей Ethernet.

45 Встановивши, що цифрова мережа може підтримувати обидва типи послуг, необхідно надати спосіб встановлення і роз'єднання сеансів.

Такий спосіб наданий для супутникового зв'язку з використанням інтерфейсу Ethernet, який визначений в Додатку 5 ARINC 781. Він використовує PPPoE для встановлення і роз'єднання первинних контекстних з'єднань в супутниковій лінії зв'язку. Після встановлення первинного контексту, вторинні контексти можна встановити з використанням сеансів Telnet.

Кожний контекст може бути одним з наступних двох типів:

Клас фоновому режиму - відповідає послугі Типу 2, описаній вище, із змінним часом очікування і смугою пропускання.

55 Клас поточкового режиму - відповідає послугі Типу 1, описаній вище, з гарантованим часом очікування і смугою пропускання.

Ідея полягає в тому, щоб взяти інтерфейс Ethernet ARINC 781 (або його похідні) і об'єднати його з мережею, такою як AFDX для підтримання всіх послуг радіозасобів IMR.

Далі приводиться ряд прикладів:

а) IP-пакети в послугі IP класу фоновому режиму Satcom (використовує PPPoE)

Клієнтська система використовує PPPoE по AFDX для встановлення сеансу з блоком радіозасобів Satcom, що запитує клас фоновому режиму. Блок радіозасобів Satcom встановлює первинний контекст з класом фоновому режиму на супутниковій лінії зв'язку. IP-пакети від клієнта відправляються по лінії Satcom.

5 б) Голос в послугі IP класу потокового режиму Satcom (використовує PPPoE)

Клієнтська система використовує PPPoE по AFDX для встановлення сеансу з блоком радіозасобів Satcom, який запитує клас потокового режиму. Блок радіозасобів Satcom встановлює первинний контекст з класом потокового режиму на супутниковій лінії зв'язку. Клієнтська система регулярно відправляє нестиснутий оцифрований голос в блок радіозасобів Satcom. Останній стискає голос і відправляє його по лінії зв'язку Satcom з використанням класу потокового режиму.

10 с) Голос в аналоговому УКХ_діапазоні (використовує PPPoE)

Клієнтська система використовує PPPoE по AFDX для встановлення сеансу з блоком УКХ радіозасобів, що запитує клас потокового режиму. Він готує блок радіозасобів для передачі. Клієнтська система регулярно відправляє нестиснутий оцифрований голос в блок УКХ радіозасобів, який передають по УКХ лінії зв'язку. Блок радіозасобів використовує голосову інформацію для модуляції аналогового УКХ сигналу. Цей сценарій зображений на фіг. 7.

15 d) Голос в послугі IP класу потокового режиму Satcom (використовує PPPoE і Telnet)

Клієнтська система використовує PPPoE по AFDX для встановлення сеансу з блоком радіозасобів Satcom, що запитує клас фоновому режиму. Блок радіозасобів Satcom встановлює первинний контекст з класом фоновому режиму на супутниковій лінії зв'язку. Клієнтська система використовує Telnet для встановлення вторинного контексту з класом потокового режиму. Клієнтська система регулярно відправляє нестиснутий оцифрований голос в блок радіозасобів Satcom. Останній стискає голос і відправляє його по лінії зв'язку Satcom з використанням класу потокового режиму.

20 e) Голос в аналоговому УКХ-діапазоні (використовує PPPoE і Telnet)

Клієнтська система використовує PPPoE по AFDX для встановлення сеансу з блоком УКХ радіозасобів, що запитує клас фоновому режиму. Клієнтська система використовує Telnet для 'встановлення' вторинного контексту з класом потокового режиму. Вона готує радіозасіб для передачі. Клієнтська система регулярно відправляє нестиснутий оцифрований голос в блок УКХ радіозасобів, який передається по УКХ лінії зв'язку. Блок радіозасобів використовує голосову інформацію для модуляції аналогового УКХ сигналу. Цей сценарій зображений на фіг. 7.

У наведених вище прикладах, можна виявити, що клієнтська система поводить себе однаковим чином в прикладі b) і прикладі c), в яких використовується PPPoE. Це показує те, як голос можна відправити по дуже різних лініях зв'язку, що використовують однаковий інтерфейс, що спрощує систему. Те ж саме спостереження можна зробити в прикладах d) і e), в яких використовуються PPPoE і Telnet.

На фіг. 8 наведена ілюстрація обміну інформацією для доступу до аналогових послуг УКХ з використанням PPPoE. На цій ілюстрації клієнт може знаходитися в базовій системі літального апарату або може бути Контролером для безшовної організації мережі в блоці радіозасобів.

Перевагою в цьому випадку є використання одного цифрового інтерфейсу для забезпечення доступу до всіх послуг, наданих різноманітним комунікаційним обладнанням. Наприклад, обладнання HMI в кабіні екіпажу дозволяє встановлювати голосові виклики тим же самим чином, незалежно від того, чи буде переноситися голос по аналоговій УКХ системою або системі VOIP Satcom.

Підводячи підсумок, загальний цифровий інтерфейс досягається шляхом об'єднання використання послуг PPPoE і Telnet мережею, такою як AFDX. Це дає можливість інтерфейсу підтримувати

50 • фоновий режим і послуги з комутацією поточних пакетів (цифрові по визначенню)

• послуги з комутацією каналів (аналогові або цифрові).

Спосіб вибору об'єкта керування

Потрібно мати об'єкт керування, який виконує функції керування радіозасобом, і об'єкт керування, який підтримує безшовну організацію мережі. Якщо потрібно, один об'єкт керування може виконувати обидві функції.

55 Рівень техніки

Безшовна організація мережі являє собою концепцію передачі інформації по різних лініях зв'язку без

Джерела інформації: і місця призначення, які необхідні для вибору лінії зв'язку, яка повинна використовуватися. Наприклад, коротке повідомлення можна послати по УКХ каналу даних,

коли літальний апарат знаходиться в УКХ діапазоні або можна послати по лінії Satcom, коли літальний апарат знаходиться поза УКХ діапазоном - необхідна лінія зв'язку вибирається автоматично.

Для мети цього опису, один об'єкт, який називається Контролером, підтримує обидві функції керування радіозасобом і безшовної організації мережі.

Часто буває необхідно для надання надмірності, в цьому випадку повинні існувати щонайменше два Контролери. В результаті архітектурних міркувань і міркувань масштабованості, можна використовувати більш двох Контролерів. Далі, існує потреба в клієнтських системах (наприклад, HMI в кабіні екіпажу) для вибору Контролера, з яким він повинен сполучатися. Це допустимо для всіх Контролерів, які будуть одночасно активними, що забезпечує надмірність і стійкість до зовнішніх обурень.

Нижче представлено розв'язання проблеми вибору Контролера:

при введенні в експлуатацію, кожний Контролер призначає число, яке показує його рівень пріоритету для вибору. Зразковий сценарій показаний нижче з вказівкою того, до яких послуг кожний контролер має доступ.

Контролер -----	Пріоритет -----	Послуги -----
1	3	ВЧ, УКХ
2	2	ВЧ, УКХ
3	7	ВЧ, УКХ, Satcom
4	1	ВЧ, УКХ, Satcom

Всі Контролери з'єднані один з одним через мережу (наприклад, AFDX на базі Ethernet).

Кожний Контролер періодично передає інформацію відносно статусу послуг, які він може надавати, і свого номера пріоритету. Такі передачі можуть являти собою пакети Ethernet або пакети IP. Контролер також передає ту ж саму інформацію для кожного з інших Контролерів, які він чує, таким чином, надаючи інформацію відносно своєї повної можливості з'єднання.

Кожний Контролер обчислює метрику, яка показує рівень повної можливості з'єднання кожного Контролера, що використовує придатний алгоритм. Такий алгоритм може оцінювати кожну послугу відповідним чином (наприклад, послуги УКХ будуть в теперішній момент більш важливими, ніж послуги ВЧ або Satcom). Контролери передають цю інформацію в клієнтські системи на регулярній основі.

Клієнтські системи ранжують Контролери в порядку найвищої метрики. Якщо більше ніж один Контролер спільно використовує одну і ту ж метрику, то рівень пріоритету при введенні в експлуатацію використовується для диференціації ранжирування.

Клієнтські системи можуть потім вибрати Контролер для використання на основі ранжирування. Наприклад, система HMI пілота може вибрати Контролер з високим рангом, тоді як система HMI другого пілота може вибрати Контролер другого рангу. Ця схема надає повну надмірність.

Існують додаткові заходи забезпечення безвідмовної роботи, які можуть бути надані:

користувачі можуть вручну перемикатися між Контролерами

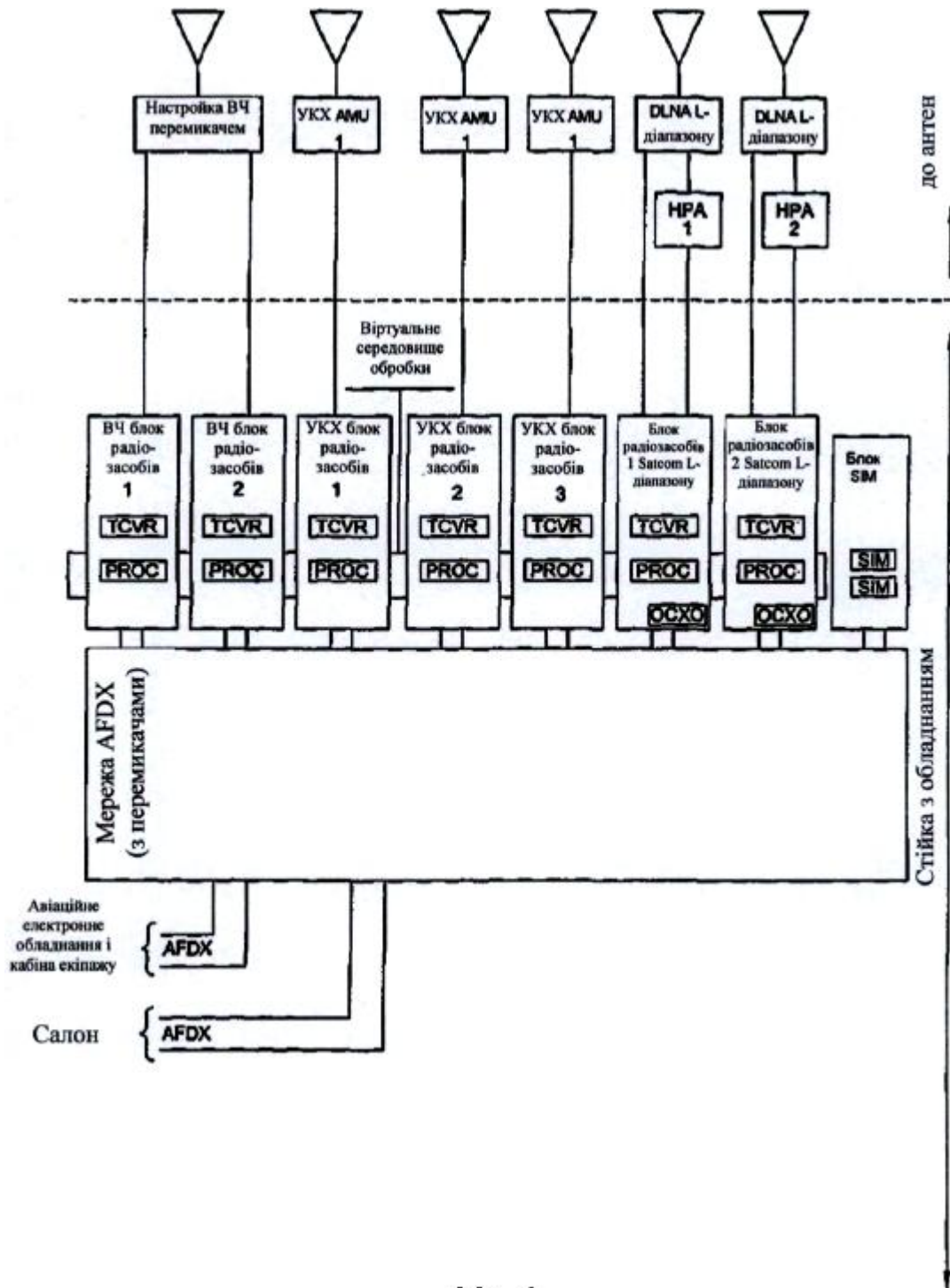
користувачі можуть перемикає з режиму безшовної організації зв'язку в ручний режим, де, наприклад, явно вибрані УКХ, ВЧ або Satcom.

Даний винахід можна реалізувати за допомогою апаратних засобів, програмно-апаратних засобів і програмного забезпечення. Він, переважно, використовує технології радіо, що програмно визначається.

У прикладі на фігурі 1, кожен радіозасіб має дискретний модуль, що складається з приймача-передавача і платформи процесора, і, переважно, платформи процесорів мають загальну архітектуру, яка може являти собою їх архітектуру апаратних засобів, і/або їх інтерфейси, і/або середовище розробки, і/або їх середовище виконання програмного забезпечення. Однак платформи процесорів можна альтернативно спільно використовувати з двома або більше приймачами-передавачами радіозасобів, тобто, їх можна буде виділити численним приймачами-передавачам. До того ж, апаратні засоби можуть бути організовані по-різному таким чином, щоб, наприклад, виділені процесорні платформи були згруповані в модулі, наприклад, в наборі процесорних карт, окремо від приймачів-передавачів.

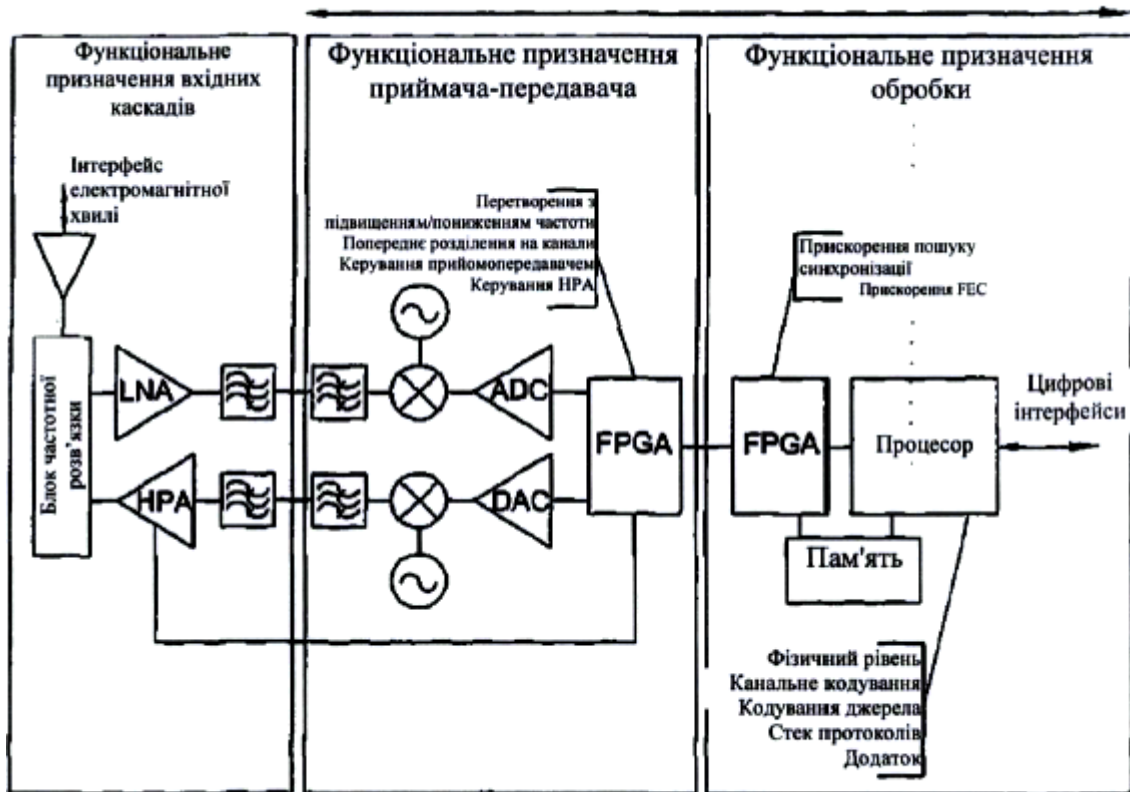
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Радіосистема літального апарата, що містить множину радіозасобів, причому кожен радіозасіб має приймач-передавач і виділену процесорну платформу для здійснення обробки коливального сигналу для цього приймача, причому виділені процесорні платформи взаємно з'єднані за допомогою цифрової мережі зв'язку так, що виділені процесорні платформи утворюють віртуальне середовище обробки.
2. Система за п. 1, в якій щонайменше одна з виділених процесорних платформ виділена для двох або більше приймачів-передавачів.
3. Система за п. 1, в якій дві або більше виділених процесорних платформ згруповані в модулі окремо від приймачів-передавачів.
4. Система за п. 1, в якій мережа являє собою детерміновану AFDX (авіаційну повнодуплексну мережу Ethernet) або іншу детерміновану мережу.
5. Система за п. 1, в якій мережа являє собою мережу Ethernet.
6. Система за п. 1, в якій віртуальне середовище обробки відповідає загальній архітектурі брокера об'єктних запитів (CORBA) або CORBA реального часу.
7. Система за п. 1, в якій щонайменше один з радіозасобів використовує технології радіо, що програмно визначається.
8. Система за п. 1, при цьому система виконана з можливістю призначення двом або більше виділеним процесорним платформам утворювати віртуальне середовище обробки для безшовної організації мережі зверху численних можливих радіоканалів.
9. Система за п. 1, при цьому система виконана з можливістю призначення двом або більше виділеним процесорним платформам утворювати віртуальне середовище обробки для керування радіозасобами.
10. Система за п. 1, при цьому система виконана з можливістю призначення двом або більше виділеним процесорним платформам утворювати віртуальне середовище обробки для обробки коливальних сигналів.
11. Система за п. 1, в якій виділені процесорні платформи мають загальну архітектуру, що включає в себе одне або більше із загальної архітектури апаратних засобів, загальних інтерфейсів, загального середовища розробки і загального середовища виконання програмного забезпечення.
12. Система за п. 1, в якій кожен радіозасіб містить приймально-передавальний модуль, зв'язаний з виділеною процесорною платформою через інтерфейс, загальний для радіозасобів.
13. Система за будь-яким з попередніх пунктів, яка додатково містить сервер, виконаний з можливістю підтримання зв'язку по мережі з використанням PPPoE (протокол з'єднання "точка-точка" по Ethernet) для надання загального цифрового інтерфейсу між базовою системою літального апарата і радіозасобами для численних типів зв'язку.
14. Система за п. 1, що містить щонайменше один контролер, зв'язаний з мережею, причому кожний контролер виконаний з можливістю визначення своєї власної повної можливості з'єднання і ширококомовлення її по мережі для забезпечення клієнтським системам можливості вибору контролера для використання, основуючись на ранжируванні можливостей з'єднання.
15. Система за п. 14, в якій кожен контролер виконаний з можливістю визначення своєї можливості з'єднання на основі типу запропонованої послуги радіозасобу і рівня пріоритету, встановленого або збереженого у випадку, коли радіосистема літального апарата вводиться в експлуатацію або конфігурується.
16. Система за п. 1, що містить множину антенних систем, кожна з яких приєднана до відповідного радіозасобу за допомогою радіочастотної кабельної лінії.
17. Авіаційна електронна система, що містить інтерфейси людина-машина для кабіни екіпажу і салону, інтерфейси для авіаційної електроніки і щонайменше одну радіосистему літального апарата за будь-яким з попередніх пунктів, які взаємно з'єднані через цифрову мережу зв'язку.

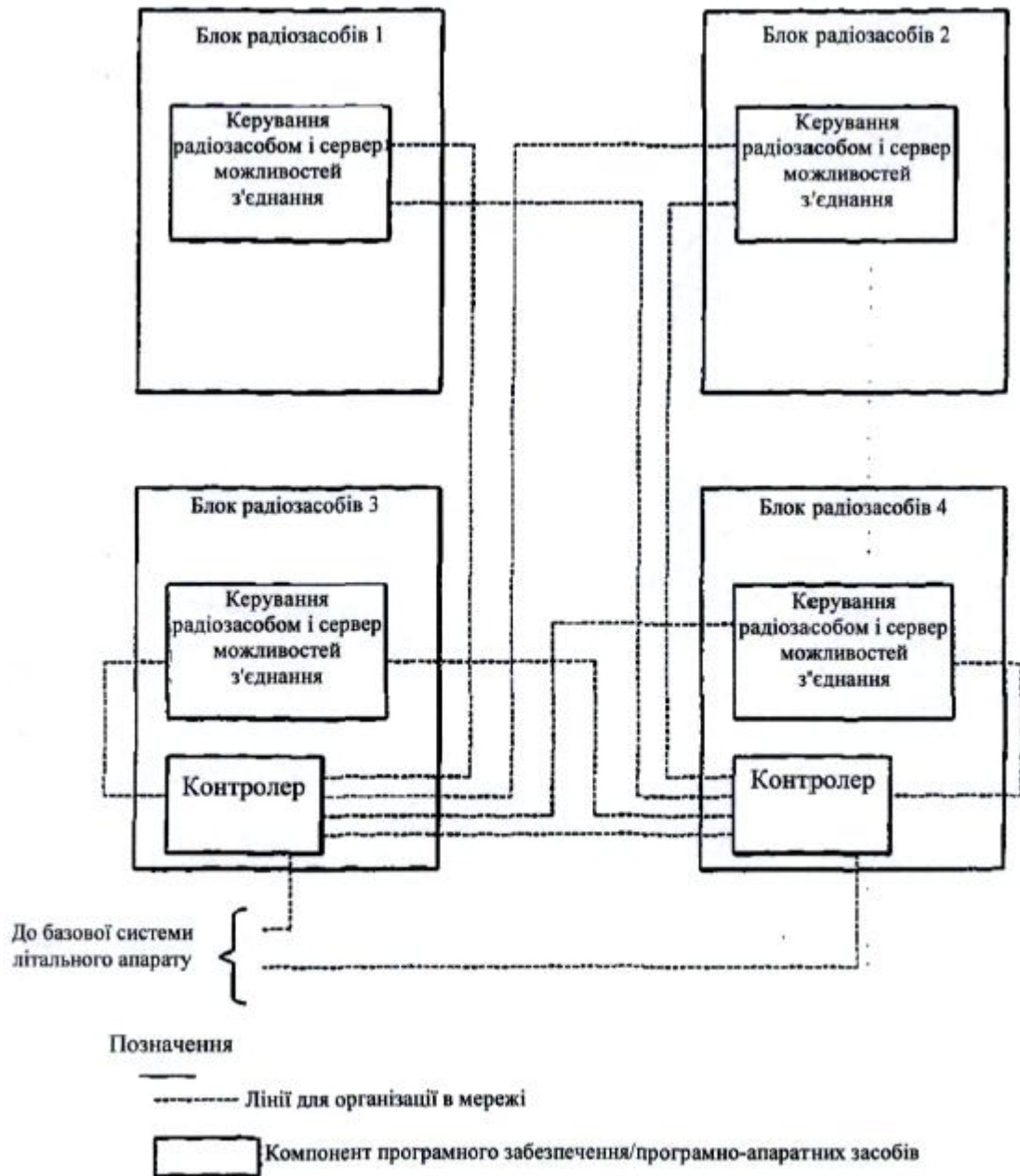


Фіг. 1

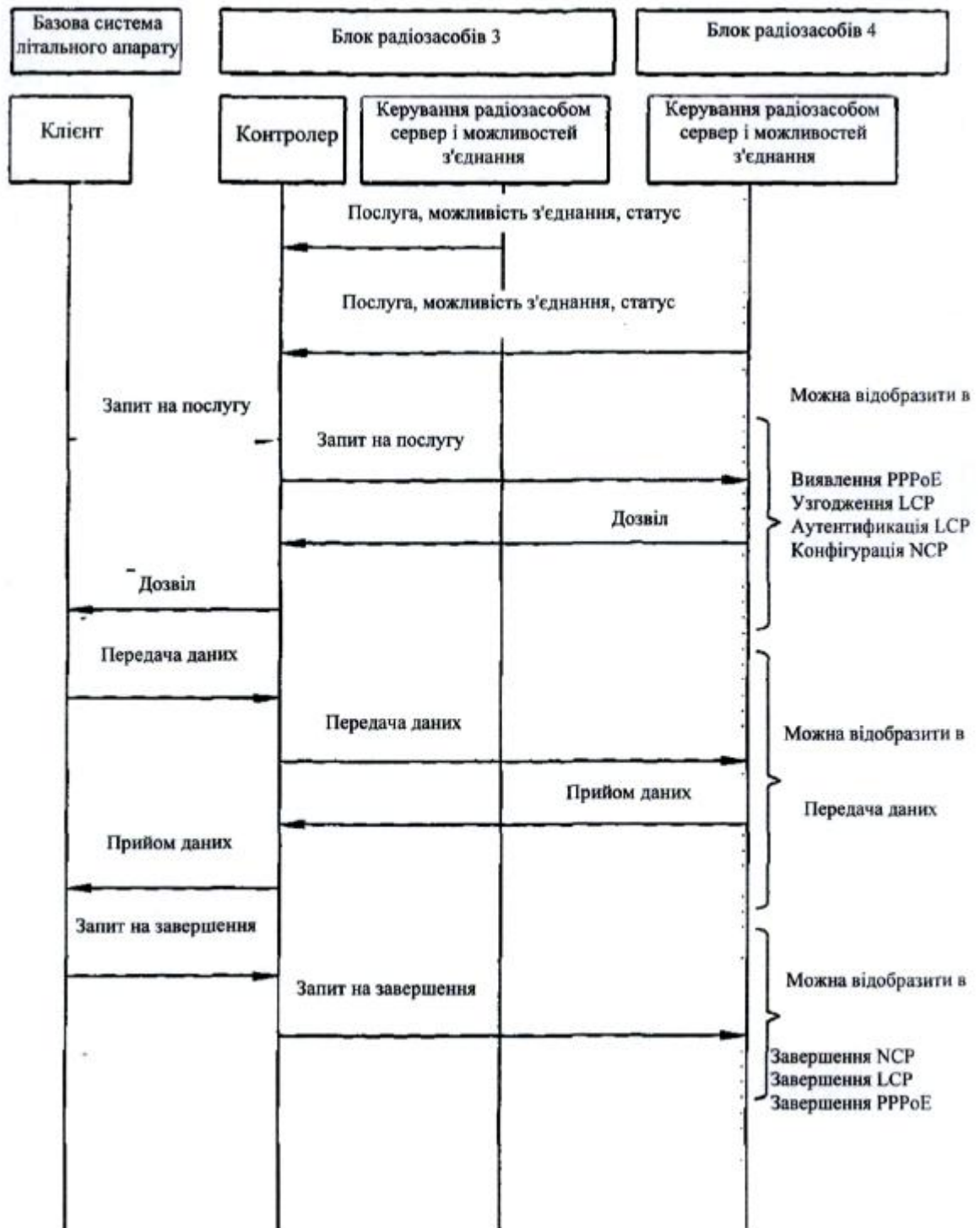
Блок радіозасобів



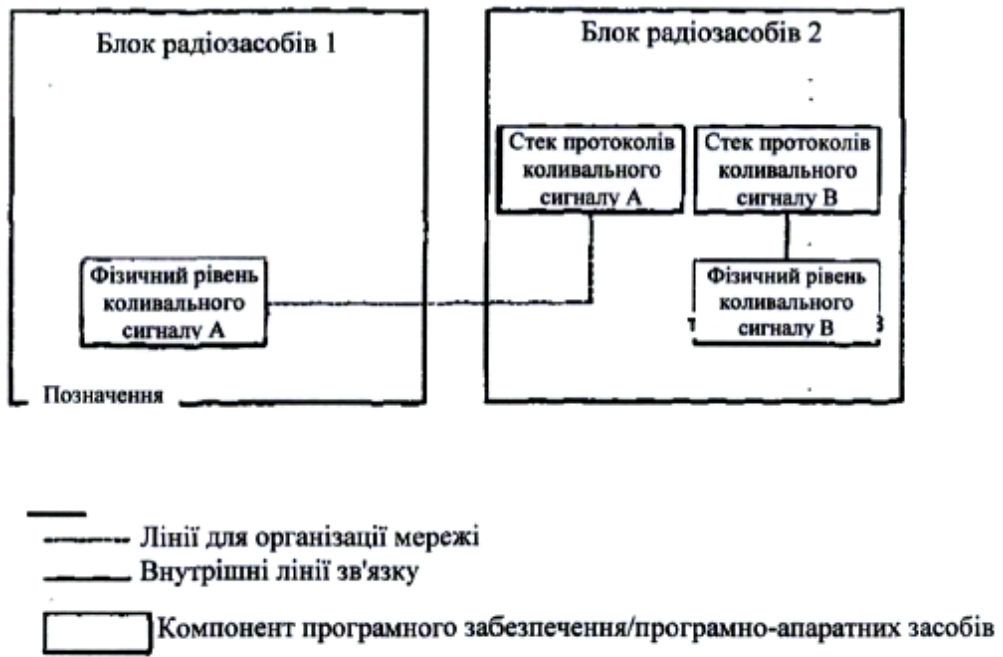
Фіг. 2



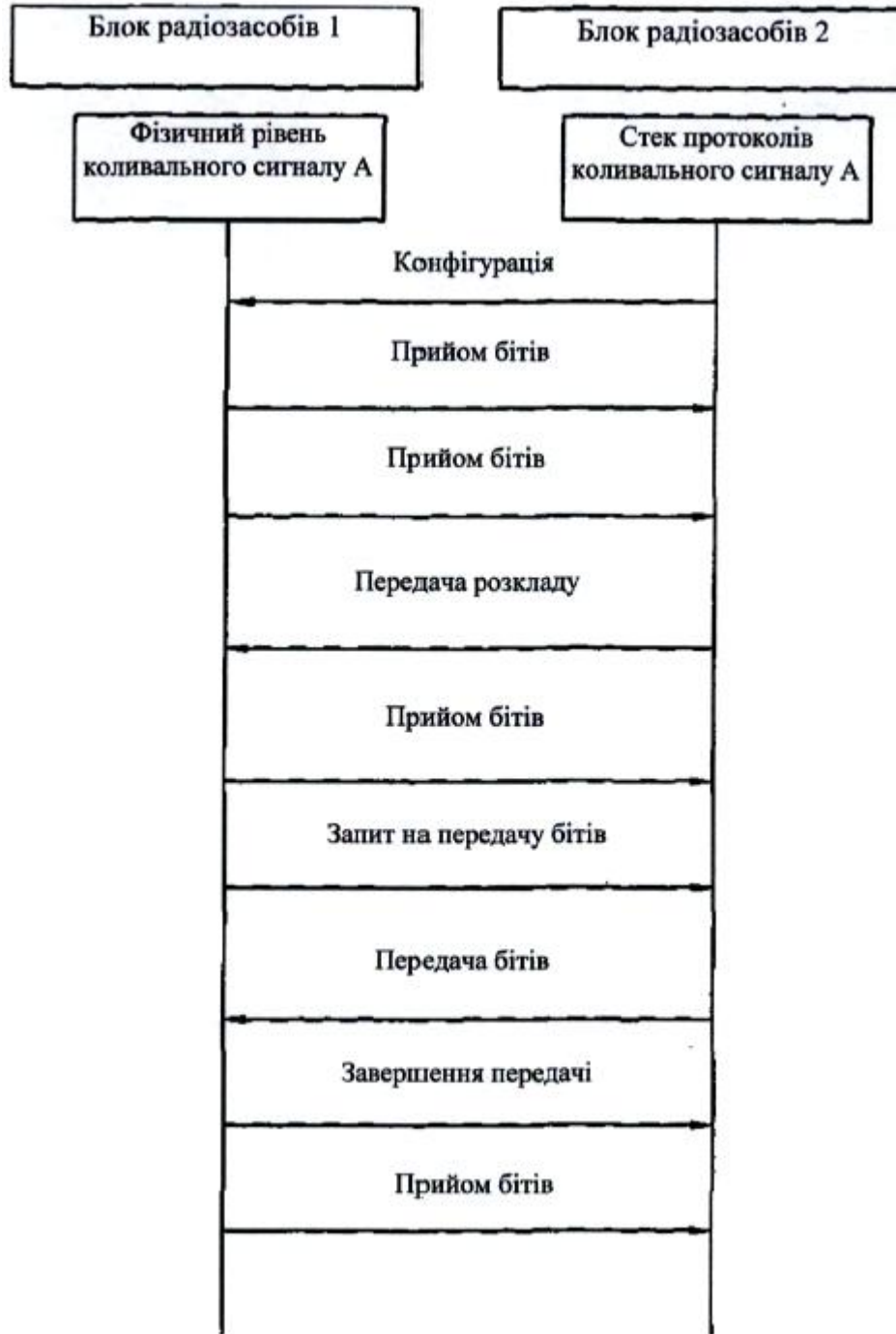
Фіг. 3



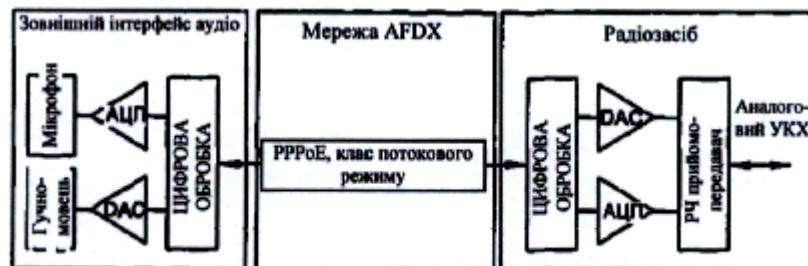
Фіг. 4



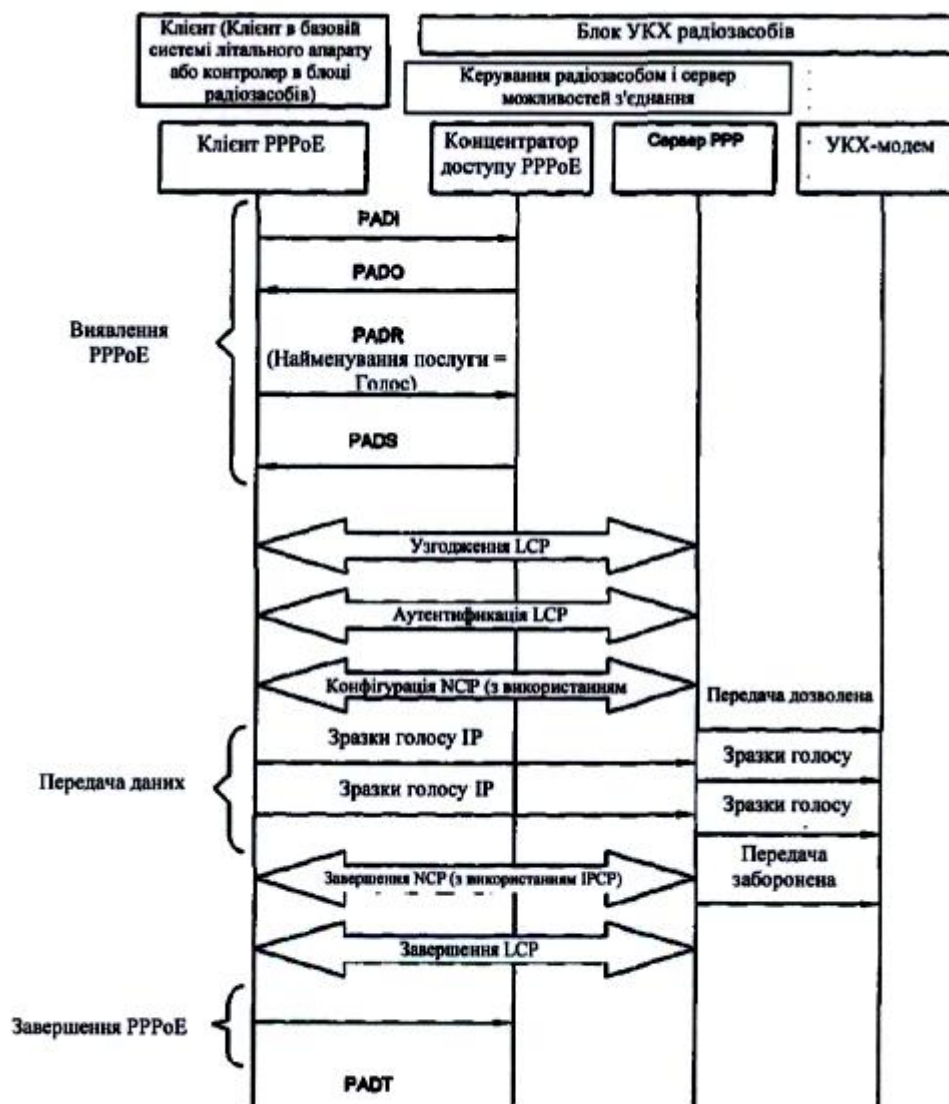
Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7



Фіг. 8

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601