

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА АВІОНІКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускної кафедри

\_\_\_\_\_ С.В.Павлова

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

# ■ ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 173  
«АВІОНІКА»

**Тема: Архітектура мережі інтернету на літаку**  
**з використанням супутникової системи**

Виконавець: Городнічук Богдан Олексійович

(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: доцент к.т.н., Краснов Володимир Миколайович

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_

(підпис)

В.В.Левківський

(П.І.Б.)

Київ 2022

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напрямок (спеціальність) 173 «Авіоніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.В. Павлова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р

## ЗАВДАННЯ

### на виконання дипломної роботи

Городнічук Богдан Олексійович

1. Тема роботи «Архітектура мережі інтернету на літаку з використанням супутникової системи» затверджена наказом ректора від 13.09.2021 №1413/ст.
2. Термін виконання роботи: з 05 вересня 2022 року по 30 листопада 2022 року.
3. Вихідні дані роботи: дані про особливості роботи архітектури мережі інтернету на літаку з використанням супутникової системи.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз існуючих архітектур мереж інтернету на літаку, оцінка їх характеристик та можливостей подальшого впровадження на борту літака.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, графіки.

## 6. Календарний план графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Проведення огляду літератури		
2.	Підготовка та написання 1 розділу		
3.	Підготовка та написання 2 розділу		
4.	Підготовка та написання 3 розділу		
5.	Перевірка на антиплагіат та отримання рецензії на диплом		
6.	Підготовка презентації та доповіді		

## 7. Консультанти з окремих розділів

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Козлітін О.О.		
Охорона навколишнього середовища	Бовсуновський Є.О.		

8. Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Краснов В. М.

(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Городнічук Б.О.

(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Архітектура мережі інтернету на літаку з використанням супутникової системи»: 100 с., 35рис., 3 табл., 17 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** Архітектура мережі інтернету.

**Мета роботи:** Аналіз існуючих архітектур мереж інтернету на борту літака, оцінка їх характеристик та особливостей. Оцінка ефективності використання супутникової системи для користування інтернетом на борту літака.

**Методи дослідження:** Дослідження архітектури мереж інтернету на літаку з використанням супутникової системи.

ІНТЕРНЕТ, СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ, SATCOM, АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖ, АВІОНІКА.

## ЗМІСТ

### ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

#### ВСТУП

<b>1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.</b>	4
1.1 Сучасна архітектура систем супутникового зв'язку.	4
1.2 Постачальники супутникового зв'язку.	5
1.2.1 Iridium.	5
1.2.2 Inmarsat.	7
1.3 Потреби споживача та постачальника SATCOM.	12
<b>2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.</b>	14
2.1 Архітектура інтернету на літаку.	14
2.2 Авіаційні супутникові системи та їх виробники.	16
2.2.1 Aspire 400 від Honeywell.	17
2.2.2 SkyTRAC з системами SDL-350 та ISAT-200A.	18
2.2.2.1 SKYTRAC ISAT-200A	19
2.2.3 Cobham Aviator.	21
2.2.4 JetWave (MCS-8000/-8100) від Honeywell.	24
2.2.5 IRT-NX від Collins Aerospace.	25
2.2.6 SAT-6100B від Collins Aerospace.	26
<b>3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.</b>	28
3.1 Типова конфігурація системи супутникового зв'язку на перспективних/сучасних літаках	28
3.2 Впровадження SATCOM для контролю та управлінням трафіку.	29
3.3 Впровадження систем SATCOM на літаки.	33
Висновки	35

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

**ADS-B** - Automatic dependent surveillance-broadcast(автоматичне залежне спостереження - радіомовне)

**AES** - Aircraft Earth Station (аеронавігаційна земля станція)

**AMSS** – Aeronautical Mobile Satellite Service (авіаційна рухома супутникова служба)

**ATC** - Air traffic control (керування повітряним рухом)

**ATM** - Asynchronous Transfer Mode (асинхронний режим передавання)

**BGAN** - Broadband Global Area Network (Широкосмугова глобальна мережа)

**CAN** - Controller Area Network (мережа контролерів)

**ISDN** - Integrated Services Digital Network (цифрова мережа інтегрованих послуг)

**FDMA** - Frequency Division Multiple Access (множинний доступ з поділом каналів за частотою)

**FMS** - Fleet Management System (система керування флотом)

**GES** - Ground Earth Station(наземна станція радіозв'язку)

**GPS** - Global Positioning System (система глобального позиціонування)

**GMDSS** - Global Maritime Distress and Safety System (глобальна морська система повідомлень про лихо та безпеки)

**LOS** - Line-of-Sight (в межах прямої видимості)

**LTE** - Long Term Evolution (довготерміновий розвиток)

**HF** - High frequency (висока частота)

**QPSK** - Quadrature phase-shift keying (квадратурна фазова маніпуляція)

**RF** - Radio frequency (радіочастота)

**SATCOM** - Satellite communication (супутниковий зв'язок)

**VHF** - Very high frequency (дуже висока частота)

**VSWR** - Voltage standing wave ratio (коефіцієнт стоячої хвилі згідно напруги)

**TDMA** - Time Division Multiple Access (множинний доступ з розділом по часу)

**ВЧ** - високочастотний зв'язок

**РЧ** - радіочастота

## ВСТУП

Повітряний супутниковий зв'язок може змінити спосіб польоту та проведення часу, сидячи в літаку. За останні п'ятдесят років технологічного прогресу в системі управління повітряним рухом не спостерігалось. Тому експлуатація літака все ще залежить від поточних наземних систем управління та радіолокаційних систем, які є дуже дорогими та дуже важкими для масштабування. Ці технології також сильно залежать від людини. За межами авіаційної галузі було досягнуто багато технологічних досягнень.

Встановлення повітряного супутникового зв'язку - це надзвичайна можливість для всіх. За допомогою бортового Інтернету кожен літак може передавати свою особу, місцезнаходження та навіть прямі відео. Бортовий Інтернет має можливість з'єднувати літаки не просто за допомогою комп'ютера на землі (або через супутник), а безпосередньо один з одним, передаючи інформацію з інших літаків в Інтернеті. Здається, існує значний ринок послуг, що вимагають підключення до Інтернету в ефірі для комерційних авіакомпаній, авіап перевезень вантажів, бізнес-літаків та сектору загальної авіації. Сучасні супутникові рішення та існуючі рішення "земля-земля" ледь встигають задовольнити всі потреби масового ринку. Супутникові рішення, що пропонуються такими компаніями, як Inmarsat та Iridium, мають високу ціну і мають дорогу структуру витрат, пов'язану з технічним обслуговуванням та інвестиціями в супутники на орбіті.

Метою даної курсової роботи є детальний огляд рішень бортового супутникового зв'язку, які зараз доступні на авіаційному ринку, а також постачальників послуг супутникового зв'язку, літальних апаратів на борту супутникових систем зв'язку, їх виробників та шляхів їх реалізації.

Повітряний зв'язок через супутник зазвичай скорочується до терміну SATCOM. Основними провайдером SATCOM є INMARSAT та IRIDIUM.

Використання супутників з метою зв'язку доповнює можливості супутникової навігації. Бортове обладнання літаків для SATCOM включає супутниковий блок даних, підсилювач великої потужності та антену з



керованим променем. Типова установка SATCOM на літаку може підтримувати канали передачі даних для «послуг пакетної передачі даних», а також голосові канали.

На даний момент лінія передачі даних SATCOM використовується для зв'язку з управління повітряним рухом (ATM) як альтернатива VHF і HF. Повітряний супутниковий зв'язок суттєво приніс користь авіаційній промисловості та створив нові види споживчого повітряного обслуговування.

Впровадження бортових систем SATCOM зазвичай здійснюється сертифікованими організаціями з технічного обслуговування відповідно до набору документів, що видаються або авіапромисловцями (власниками сертифікатів типу), або меншими проектними організаціями (власники додаткових сертифікатів типу).

## РОЗДІЛ 1

### 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.

#### 1.1 СУЧАСНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ.

Можливість зв'язку до літаків через SATCOM стає все більш важливою. Аеронавігаційні системи SATCOM у своїй базовій конструкції здатні передавати голос та дані, включаючи передачу даних, дозволяючи користувачеві здійснювати комунікацію протягом усього польоту, за винятком зльоту та посадки; це пов'язано з орієнтацією антени щодо прямої видимості (LOS). У найпростішій формі, лінія SATCOM, що несе дуплексну (двосторонню) схему зв'язку: AES передає на супутник несучу хвилю висхідної лінії зв'язку на радіочастоті (RF), що містить безпечні та небезпечні аеронавігаційні послуги супутникового мобільного зв'язку (AMSS). Супутникова антена та система транспондерів отримують цю несучу і після перетворення частоти посилюють та повторно випромінюють її як хвилю низхідного більш складним операціям, включаючи демодуляцію / перемодуляцію, обробку базової смуги тощо. каналу, яка приймається наземною земною станцією. Для встановлення зворотного каналу наземна станція передає несучу висхідну лінію зв'язку на інший ВЧ, який приймається авіаційним судном на перетвореному РЧ низхідного зв'язку. Загальніше, супутник оснащений декількома транспондерами. У найбільш просунутих типах супутників сигнал не просто перетворює частоту на транспондер, але він піддається

<b>Кафедра авіоники</b>				<b>НАУ 21 144 82 000 ПЗ</b>			
<b>Виконав</b>	<i>Городнічук Б.О.</i>			<b>Сучасна архітектура систем супутникового зв'язку.</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
<b>Керівник</b>	<i>Краснов В.М.</i>					12	25
<b>Консульт.</b>	<i>Краснов В.М.</i>				613.7.100107.01		
<b>Н. Контр.</b>	<i>Левківський В.В.</i>						
<b>Зав. Каф.</b>	<i>Павлова С. В.</i>						

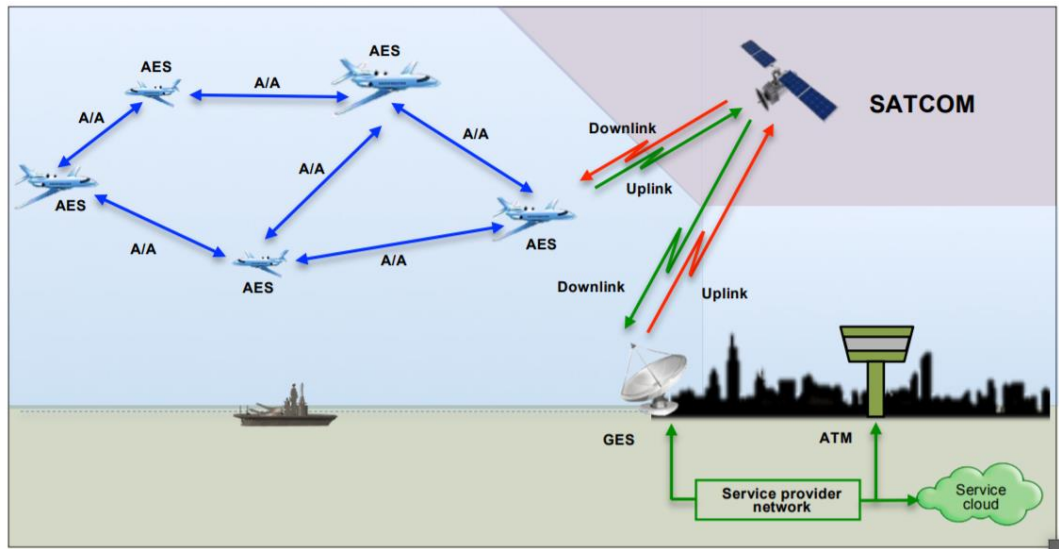


Рис.1.1. Поточна загальна наскрізна архітектура системи супутникового зв'язку

Саме в цей момент ми зацікавлені скористатися максимальною потужністю каналів зв'язку, яку пропонує SATCOM, щоб приєднатися до так званої спільної мережі авіаційних мереж (CAN), забезпечуючи безпеку та безпеку AMSS, щоб забезпечується зв'язок між хмарою послуг (або банкоматом) з найдалшим AES, що надсилає та отримує свої пакети даних сусідніми AES за допомогою посилення SATCOM (див. Рисунок 1.1). Іншими словами, CAN стає повітряно-десантною мережею для застосувань цивільної авіації, літаки мають призначений і запрограмований маршрут (FMS); це дозволяє прогнозувати положення мобільних вузлів на їх шляху і, в свою чергу, максимізувати пропускну здатність доступних сусідніх літаків під час польоту.

В даний час покриття послуг пасажирського зв'язку здійснюється через SATCOM в L, C, Ku та Ka-діапазоні. Послугами пасажирського зв'язку на AES (Aircraft Earth Station) є, серед іншого: послуги телефонії (такі як SMS, електронні листи, мобільний Інтернет, доступ до програм, голос тощо), послуги Wi-Fi (Інтернет, доступ до додатків, Доступ до VPN тощо), аутентифікація кредитної картки або телемедицина. Вони також мають доступ до будь-яких інших послуг, що пропонуються певними авіакомпаніями та постачальниками послуг.

## 1.2 Постачальники супутникових послуг.

Поточні ринкові пропозиції повітряного зв'язку включають такі компанії, як Iridium, Inmarsat, Globalstar, Telenor та SES, Global Eagle Acquisition (вона ж рядок 44) \* та OneWeb \* / Airbus (\* збанкрутував у 2020 році під час пандемії коронавірусу та ринкової кризи) . Пропозиції цих програвачів відрізняються за продуктивністю, як завдяки технології, так і за спектром, який вони використовують.

Постачальники супутникових послуг є головними учасниками галузі. Ці гравці, як правило, мають міцну опору на сухопутному та морському ринках. Їх основними клієнтами є люди, яким потрібна можливість підключення до Інтернету у віддалених районах або в екстремальних умовах, таких як морський транспорт. Хоча провайдери мають можливість забезпечити доступ в будь-якій точці світу, враховуючи їх велику кількість орбітальних супутників, витрати на підтримку та розгортання цієї інфраструктури також є їх слабкістю. Ці оператори мають ціни значно вищі за стандартні тарифи на телекомунікації, враховуючи високі вимоги до капітальних витрат на придбання, запуск та обслуговування супутників. Крім того, деякі рішення є повільними, що робить програми, що увімкнені через широкосмугові послуги, майже неможливими.

Давайте детальніше розглянемо двох основних гравців, які надають послуги супутникового зв'язку для авіаційної промисловості, IRIDIUM та INMARSAT.

### 1.2.1 Iridium.

Сузір'я супутника Іридium забезпечує покриття голосової інформації та даних L-діапазону (від 1 до 2 ГГц, IEEE) для супутникових телефонів та інтегрованих трансиверів по всій поверхні Землі (див. Малюнок 3.1). Компанія Iridium Communications володіє і управляє сузір'ям, додатково продаючи обладнання та доступ до своїх послуг. Він був задуманий наприкінці 1987 року, а потім розроблений компанією Motorola за контрактом із фіксованою ціною з 1993 по 1998 рік, коли система стала функціонувати та комерційно доступна.

Система Iridium була розроблена для того, щоб отримати до неї доступ спочатку невеликі портативні телефони.

Сузір'я складається з 66 активних супутників на орбіті, необхідних для глобального покриття, та додаткових запасних супутників для обслуговування у випадку відмови. Супутники знаходяться в низькій або невеликій частині Землі на висоті приблизно 781 кілометр (485 миль) над поверхнею і нахилом 86,4 °. У 2019 році було 82 оперативні супутники (76 в діючій службі, 6 запасних). При орбітальному періоді близько 100 хвилин супутник може знаходитись у полі зору телефону або трансивера лише протягом 7 хвилин, тому дзвінок автоматично «передається» іншому супутнику, коли той переходить за локальний горизонт. Для цього потрібна велика кількість супутників, ретельно розташованих на полярних орбітах, щоб забезпечити постійний огляд принаймні одного супутника з кожної точки на поверхні Землі. Для безшовного покриття потрібно щонайменше 66 сателітів на 6 полярних орбітах, що містять по 11 супутників кожен.

У 2017 році Iridium розпочав запуск Iridium NEXT, всесвітньої мережі телекомунікаційних супутників другого покоління, що складається з 66 активних супутників, з дев'ятьма іншими орбітальними запасними частинами та шістьма наземними запасними частинами. Ці супутники включають такі особливості, як передача даних, які не були підкреслені в оригінальному дизайні. Термінали та сервіси наступного покоління стали комерційно доступними в 2018 році. Супутники NEXT включають вторинну корисну навантаження для Aireon, приймача даних ADS-B, що відповідає космосу, для використання системою управління повітряним рухом та, через FlightAware, авіакомпаніями. Iridium NEXT також забезпечує передачу даних до інших супутників у космосі, дозволяючи керувати та керувати іншими космічними активами незалежно від положення наземних станцій та шлюзів.

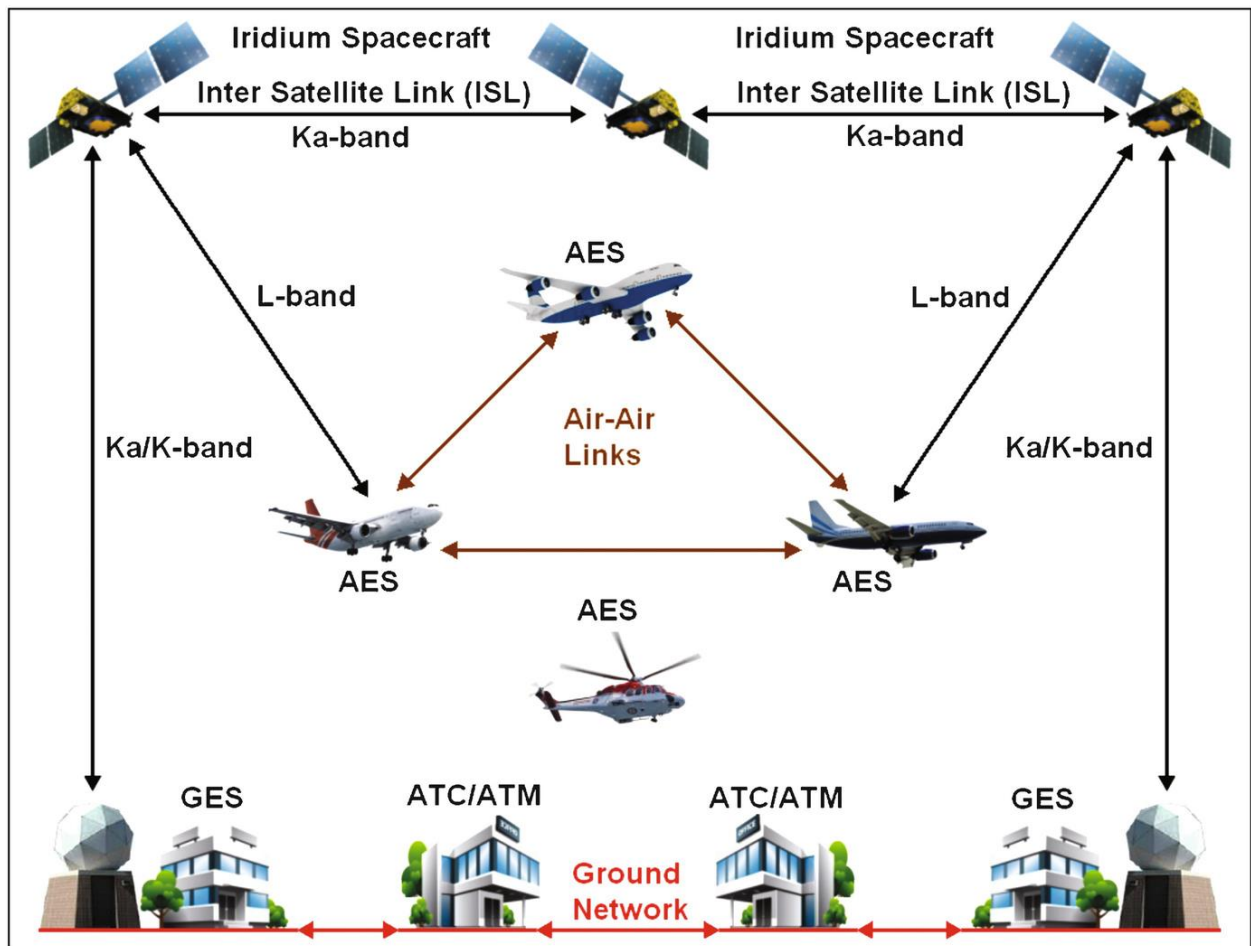


Рис. 1.2.1. Мережа Iridium авіаційних супутників

Зв'язок між супутниками та слухавками здійснюється за допомогою системи на основі TDMA та FDMA із використанням L-діапазону спектру між 1616 та 1626,5 МГц. Іридій ексклюзивно контролює 7,775 МГц цього і надає ще 0,95 МГц.

Зовнішні антени типу «хокейна шайба», що використовуються з портативними телефонами Iridium, модемами передачі даних та терміналами SBD, зазвичай визначаються як коефіцієнт підсилення 3 дБ, імпеданс 50 Ом з RHCP (права кругова поляризація) та 1,5: 1 VSWR. Оскільки іридіві антени функціонують на частотах, дуже близьких до частот GPS, одна антена може бути використана через прохідну передачу як для прийому іридіві, так і для прийому GPS.

Зазвичай використовується тип модуляції DE-QPSK, хоча DE-BPSK використовується на висхідній лінії зв'язку (мобільний до супутника) для збору

та синхронізації. Кожен часовий інтервал має довжину 8,28 мілісекунд і розміщується в кадрі 90 мілісекунд. В межах кожного каналу FDMA є чотири часові інтервали TDMA в кожному напрямку. Кадр TDMA починається з періоду 20,32 мілісекунд, який використовується для обміну симплексними повідомленнями на пристроях, таких як пейджери, та для попередження телефонів Iridium про вхідний дзвінок, за якими слідують чотири слоти перед потоком та чотири слоти нижче. Канали розташовані на відстані 41,666 кГц, і кожен канал займає смугу пропускання 31,5 кГц; це забезпечує простір для доплерівських зсувів.

Система Iridium використовує три різні типи передачі обслуговування. Під час подорожі супутника над землею дзвінки надходять на сусідні точкові промені; це відбувається приблизно кожні п'ятдесят секунд. Супутник залишається в поле зору лише сім хвилин на екваторі. Коли супутник зникає з поля зору, робиться спроба передати дзвінок іншому супутнику. Якщо жодного іншого супутника не видно, з'єднання розривається. Це може статися, коли сигнал від будь-якого супутника заблокований перешкодою. У разі успіху передача даних між супутниками може бути помітною через перерву на чверть секунди.

Супутникові літери також можуть передавати мобільні пристрої на різні канали та часові інтервали в межах одного і того ж променя.

Iridium направляє телефонні дзвінки через космос. На додаток до зв'язку із супутниковими телефонами, що знаходяться в його сліді, кожен супутник у сузір'ї також підтримує контакт з двома-чотирма сусідніми супутниками та передає дані між ними, щоб ефективно створити велику мережеву мережу. Є кілька наземних станцій, які зв'язуються з мережею через видимі для них супутники. Космічний переклад маршрутизує пакети вихідних телефонних дзвінків через простір до однієї з наземних станцій низхідних посилок ("фідерні посилення"). Наземні станції Іридію з'єднують супутникову мережу з наземною фіксованою або бездротовою інфраструктурою у всьому світі для покращення доступності. Виклики від станції до станції з одного супутникового телефону на

інший можна перенаправляти безпосередньо через космос, не проходячи через наземну станцію.

Коли супутники залишають зону наземної станції, таблиці маршрутів оновлюються, а пакети, що прямують до наземної станції, перенаправляються на наступний супутник, який щойно потрапляє в поле зору наземної станції. Комунікація між супутниками та наземними станціями знаходиться на частотах 20 і 30 ГГц (діапазон К / Ка).

В даний час бортові трансивери Iridium підтримують широкосмугові швидкості до 352 Кбіт / с від і 704 Кбіт / с до літака 704 (Iridium Certus).

### 1.2.2 Inmarsat.

На початку 90-х років Інмарсат запустив своє перше виділене супутникове сузір'я Інмарсат-2. Ці супутники забезпечували послугу Inmarsat-A для морських потреб. У період з 1996 по 1998 рік було запущено друге сузір'я Інмарсату - Інмарсат-3. Сузір'я, що складається з 5 геостаціонарних супутників L-діапазону, надає послуги Inmarsat-B та Inmarsat-C, в першу чергу забезпечуючи комунікації з низькою пропускною здатністю та послуги безпеки для глобального судноплавства. Після приватизації в 1999 році Інмарсат розробив і запустив першу систему супутникового зв'язку, що пропонує глобальне покриття, BGAN. Спочатку ця послуга надавалась через три супутники Inmarsat-4, запущені між 2005 і 2008 роками, а потім була розширена з додаванням Alphasat у 2013 році. У 2010-х Inmarsat розпочав розробку сузір'я Global Xpress із високою пропускною спроможністю частина спектра діапазону Ка. Global Xpress, запущений у 2015 році, пропонує глобальну супутникову ємність на різних ринках, включаючи судноплавство та авіацію. Global Xpress також знаменує значне розширення комерційних операцій Inmarsat на авіаційних ринках. У 2017 році Inmarsat запустив свій перший супутник діапазону S, призначений для забезпечення (спільно з наземною мережею LTE) доступу до Інтернету для польоту через Європу.

В даний час INMARSAT надає 4 типи покриття:



- - Глобальне покриття променями - Кожний супутник оснащений єдиним глобальним променем, який охоплює до третини поверхні Землі, крім полюсів. Загалом, глобальне покриття променями поширюється від широти від -82 до +82 градусів незалежно від довготи.
- - Регіональне покриття точковим променем - Кожен регіональний пучок охоплює частку площі, покритої глобальним променем, але в сукупності всі регіональні балки пропонують практично таке ж покриття, як і глобальні. Використання регіональних променів дозволяє користувальницьким терміналам (їх також називають мобільними наземними станціями) працювати зі значно меншими антенами. Регіональні промені були введені із супутниками I-3. Кожен супутник I-3 забезпечує чотири-шість точкових променів; кожен супутник I-4 забезпечує 19 регіональних пучків.
- - Вузьке точкове проміння - Вузькі промені пропонують три супутники Inmarsat-4. Вузькі балки різняться за розмірами, мають, як правило, кілька сотень кілометрів в поперечнику. Вузькі балки, хоч і набагато менші, ніж глобальні або регіональні, є набагато численнішими, і, отже, забезпечують однакове глобальне покриття. Вузькі точкові промені дозволяють мати ще менші антени і значно вищі швидкості передачі даних. Вони становлять кістяк портативних (Intersat) Інмарсат (GPS) та широкосмугових послуг (BGAN). Це покриття було введено із супутників I-4. Кожен супутник I-4 забезпечує близько 200 вузьких точкових променів.
- Global Xpress (I-5) - Супутники Inmarsat I-5 забезпечують глобальне покриття за допомогою чотирьох геостаціонарних супутників. Кожен супутник підтримує 89 пучків, що забезпечує загальне покриття приблизно однієї третини поверхні Землі на супутник. Крім того, доступно 6 керованих балок на супутник, які можна переміщати, щоб забезпечити більшу пропускну здатність у вибраних місцях.

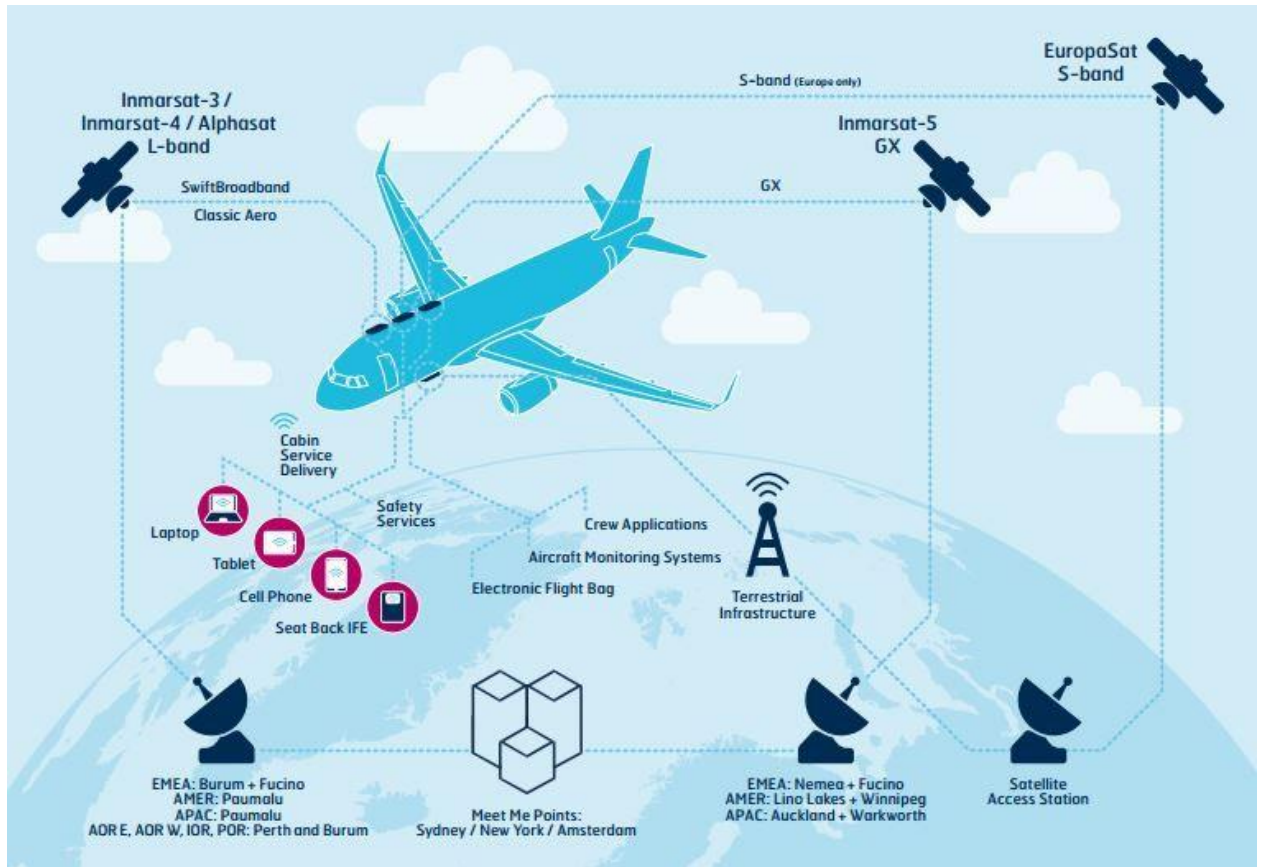


Рис. 1.2.2. Авіаційна супутникова мережа Інмарсат

26 листопада 2019 року з Космічного центру Гвіани ракетою Ariane 5 був запущений перший супутник, який розширив оригінальний супутник 4 покоління Global Xpress.

Окрім своїх комерційних послуг, Inmarsat безкоштовно надає глобальну службу морської катастрофи та безпеки (GMDSS) кораблям та літакам як державну службу.

Послуги включають традиційні голосові дзвінки, низькорівневі системи відстеження даних, високошвидкісний Інтернет та інші послуги передачі даних, а також служби лиха та безпеки. Мережа BGAN надає послуги типу GPRS зі швидкістю до 800 кбіт / с із затримкою 900-1100 мс через супутниковий модем IP розміром із ноутбук, тоді як мережа Global Xpress пропонує до 50 Мбіт / с із затримкою 700 мс через антени розміром лише 60 см. Інші послуги надають послуги мобільної цифрової інтегрованої служби (ISDN), які використовуються

ЗМІ для прямого повідомлення про світові події за допомогою відеофона та доступу до Інтернету через Європейську авіаційну мережу.

Ціна дзвінка через Inmarsat зараз впала до рівня, коли вони порівнянні з, а в багатьох випадках і нижчими, ніж витрати на міжнародний роумінг або телефонні дзвінки в готелі. Плата за голосові дзвінки однакова в будь-якому місці світу, де використовується послуга. Тарифи на дзвінки до кодів країн Інмарсату різняться залежно від країни, в якій вони розміщені. Inmarsat в основному використовує код країни 870 (див. Нижче). Новіші послуги Inmarsat використовують IP-технологію, яка має постійно ввімкнену функцію, коли з користувачів стягується плата лише за обсяг даних, які вони відправляють і отримують, а не за тривалість часу, коли вони підключаються. Окрім власних супутників, Inmarsat має угоду про співпрацю з AceS щодо портативних голосових послуг.

Цікавий факт → У березні 2014 року рейс 370 авіакомпанії Malaysia Airlines зник з 239 пасажирами та екіпажем на шляху з Куала-Лумпура до Пекіна. Відвернувшись від запланованого шляху та зникнувши з радіолокаційного покриття, супутниковий блок даних літака залишався у зв'язку з наземною станцією Inmarsat у Перті через супутник IOR (Регіон Індійського океану, 64 ° на схід). Літак використовував послугу супутникового зв'язку Inmarsat Classic Aero. Аналіз цих повідомлень Інмарсатом та незалежно від інших відомств встановив, що літак влетів у південь Індійського океану і використовувався для керівництва пошуком літака.

Inmarsat розробив низку мереж, що надають певні набори послуг (більшість мереж підтримують кілька служб). Вони згруповані у два набори - існуючі та еволюціоновані послуги та розширені послуги. Існуючі та розвинуті послуги пропонуються через наземні земні станції, які не є власністю та не експлуатуються Inmarsat, а через компанії, які мають комерційний договір з Inmarsat. Розширені послуги надаються через партнерів з розподілу, але супутникові шлюзи належать і експлуатуються безпосередньо Inmarsat.

Послуги з високою пропускнуою здатністю:

- Global Xpress: з 2015 року Inmarsat пропонує високопродуктивні послуги через мережу Global Xpress. Ця послуга забезпечує глобальну послугу на основі IP із швидкістю до 50 Мбіт / с і висхідною лінією 5 Мбіт / с із затримкою 700 мс. Послуги надаються на морському, авіаційному, державному та підприємницькому ринках. Global Xpress підтримується існуючою мережею діапазонів BGAN L, а послуги пропонуються за допомогою комбінації двох мереж для підвищення доступності та надійності. У березні 2018 року Inmarsat співпрацює з Isotropic Systems для розробки сучасної повністю електронної скануючої антени, призначеної для використання з мережею Global Xpress.
- Європейська авіаційна мережа: Inmarsat пропонує авіаційні послуги через Європейську авіаційну мережу, розроблену у партнерстві з Deutsche Telekom. Європейська авіаційна мережа використовує наземну мережу LTE та супутник S-діапазону Inmarsat для забезпечення пропускної спроможності 50 Гбіт / с для літаків у європейському повітряному просторі. Проект зіткнувся з низкою правових та нормативних проблем. На початок 2021 року послуга використовувалася на 200 000 рейсах по всій Європі на рейсах на 250 літаках, що експлуатуються British Airways, Iberia та Vueling.

«Сімейство BGAN» - це набір послуг спільного носія на основі IP, а саме:

- BGAN: Глобальна широкопasmова мережа для використання на суші. BGAN використовує супутники I-4, щоб запропонувати спільну IP-послугу з комутацією пакетів IP до 800 кбіт / с (швидкість висхідної та низхідної лінії зв'язку можуть відрізнятися і залежить від моделі терміналу) та послугу потокового IP від 32 кбіт / с вгору до швидкості передачі даних X-Stream (послуги залежать від моделі терміналу). Більшість терміналів також пропонують комутовані комутаційні послуги ISDN зі швидкістю 64 кбіт / с і навіть низькою швидкістю (4,8 кбіт / с) тощо. Послуга BGAN доступна у всьому світі на всіх супутниках I4.

- FleetBroadband (FB): морська послуга, FleetBroadband базується на технології BGAN, пропонуючи подібні послуги та використовуючи ту саму інфраструктуру, що і BGAN. Доступний широкий спектр користувацьких терміналів, призначених для встановлення на судах.
- SwiftBroadband (SB): Авіаційна служба, SwiftBroadband базується на технології BGAN і пропонує подібні послуги. Термінали SB спеціально розроблені для використання на борту комерційних, приватних та військових літаків.

«Сімейство BGAN M2M» - це набір послуг на базі IP, призначених для довгострокового управління машинним механізмом основних фондів, а саме:

- BGAN M2M: запущений на початку січня 2012 року, надаватиме глобальну послугу з низькою швидкістю передачі даних на базі IP для користувачів, які потребують високого рівня доступності даних та продуктивності в постійно безпілотних середовищах. BGAN M2M, який ідеально підходить для звітності даних про високочастотні дані з дуже низькою затримкою, виявиться надзвичайно привабливим для моніторингу основних фондів, таких як трубопроводи та витоки нафтових свердловин, або для проведення реконструкції даних про споживання електроенергії в межах комунального підприємства.
- IsatM2M: IsatM2M - це глобальна служба коротких пакетних даних, зберігання та пересилання, яка надаватиме повідомлення розміром 10,5 або 25,5 байт у напрямку відправки до 100 байт у напрямку прийому. Послуга поставляється на ринок через двох партнерів - SkyWave Mobile Communications та Honeywell Global Tracking.
- IsatData Pro: IsatData Pro - це глобальна служба супутникових даних, призначена для двостороннього обміну текстом і даними з віддаленими ресурсами і має можливість швидкого обміну великими обсягами даних (До мобільного: 10 кБайт / З мобільного: 6,4 КБ з типовим часом доставки 15 секунд.) Ця послуга використовується в критично важливих додатках і використовується у всьому, починаючи з управління вантажними автомобілями, риболовними суднами,

нафтогазовим та важким обладнанням, закінчуючи текстовими повідомленнями віддалених працівників та додатків безпеки. Її надає SkyWave Mobile Communications Inc, яка зараз є частиною Orbcomm.

Компанія пропонує портативні та фіксовані глобальні телефонні послуги наступним чином:

- - IsatPhone 2: IsatPhone 2 - це власний розроблений та виготовлений надійний мобільний супутниковий телефон компанії Inmarsat, що забезпечує чітку голосову телефонію. Він також постачається з різноманітними можливостями передачі даних, включаючи SMS, надсилання коротких повідомлень електронною поштою та пошук і відправлення GPS, а також підтримує службу передачі даних до 20 кбіт / с.
- - IsatPhone Link: IsatPhone Link - це недорога фіксована послуга глобального супутникового зв'язку. Він забезпечує необхідне голосове підключення для тих, хто працює або живе в районах без стільникового покриття, а також має безліч можливостей передачі даних.
- - FleetPhone: Послуга FleetPhone від Inmarsat - це фіксована телефонна послуга, ідеальна для використання на менших суднах, де голосовий зв'язок є головною вимогою, або на суднах, де потрібні додаткові голосові лінії. Він пропонує недорогий, глобальний варіант супутникової телефонної служби для тих, хто працює або плаває поза межами стільникового покриття.

## **2.2 Послуги споживача та перевізника SATCOM.**

Ринкові можливості, створені бортовим Інтернетом, є досить значними. Загальні можливості обумовлені двома потенційними ринками доходів, створеними через повітряну мережу Інтернету, споживчі послуги та послуги перевізника.

Ринок побутових послуг (див. Малюнки 1.3.1 та 1.3.2) отримує дохід від зборів, які сплачують особи, які шукають доступ до даних у літаках. Потенційними сегментами доходу є: користувачі ноутбуків, які хочуть працювати в літаку, користувачі мобільних пристроїв, які прагнуть

підключитися під час подорожі, та збори, отримані від вдосконалених розважальних послуг у салоні.

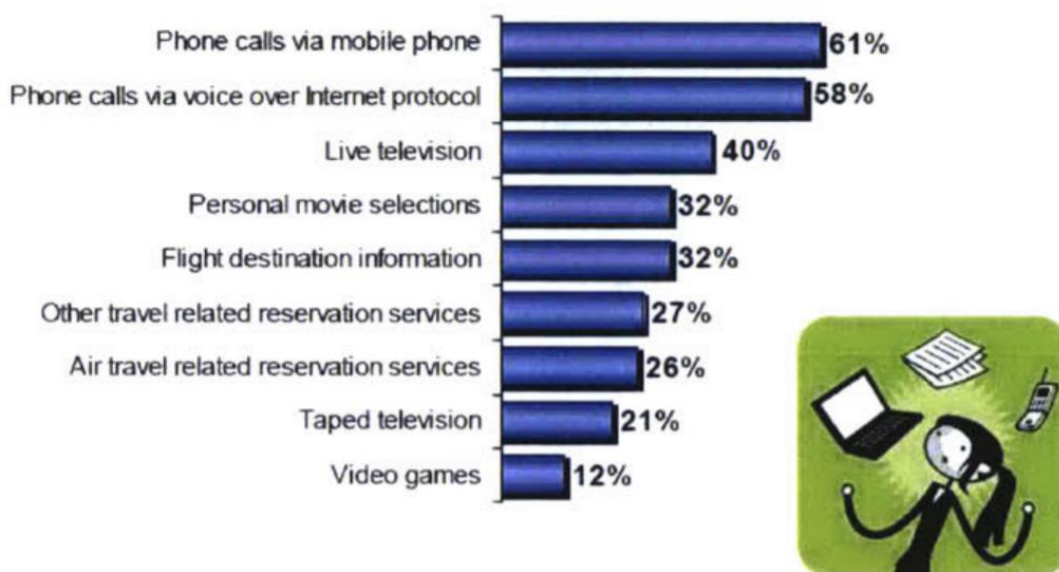


Рис. 1.3.1. Вподобання пасажирів на борту

Ринок оперативних послуг перевізників отримує дохід від зборів, які перевізники готові платити за зв'язок через операційні переваги. Деякі приклади потенційних переваг включають: покращену інформацію про погоду, застосування електронних мішок польотних мішків, отримання диспетчерських завдань воріт, планування польотного екіпажу та зменшення часу простою пілота.

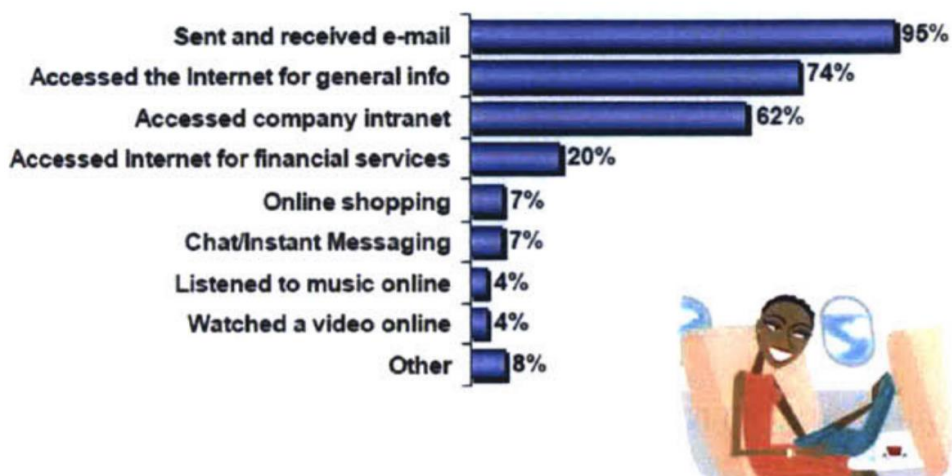


Рис. 1.3.2. Чим займаються пасажир на борту сьогодні

У таблиці 1.3.1 узагальнено можливе застосування за сегментами споживчих та операційних послуг.

Таблиця 1.3.1. Вичерпний перелік програм за потенційними сегментами

Сегмент	Застосування
Обслуговування споживачів додатків	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Під час польоту доступ до Інтернету</li> <li>- Фільми на замовлення</li> <li>- розваги під час польоту</li> <li>- VPN доступ до корпоративного офісу</li> <li>- Котирування акцій у режимі реального часу</li> </ul>
Комерційні авіакомпанії оперативні програми	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Економія пального</li> <li>- Каталог аеропортів та об'єктів</li> <li>- Увімкнення зв'язку пілотного диспетчера</li> <li>- Отримання інформації про ворота</li> <li>- Розклад льотного складу</li> <li>- VoIP-зв'язок</li> <li>- Телемедицина</li> </ul>
Повітряно-вантажні експлуатаційні додатків	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Надсилання інформації про моніторинг двигуна та літака на землю</li> <li>- Управління пропускною спроможністю%</li> <li>- Відстеження</li> </ul>
Private (business) jet applications	<ul style="list-style-type: none"> <li>- послуги VoIP</li> <li>- Відео на замовлення</li> <li>- Корпоративний доступ до електронної пошти</li> <li>- VPN доступ до корпоративних даних</li> <li>- Котирування акцій та новини в режимі реального часу</li> <li>- Надсилання інформації про моніторинг двигуна та літака на землю</li> </ul>



Для потенційного повітряного судна, що бере участь, витрати на участь у бортовому постачальнику мережевих мереж включають придбання дорогого обладнання, витрати на встановлення, витрати на сертифікацію та потенційні простої літаків.

Авіакомпанія складається з комерційних авіакомпаній, авіаперевізників, бізнес-джетів та менших літаків загальної авіації. Першочерговим інтересом комерційних авіакомпаній є збільшення внеску в їх бізнес. Що стосується доходів, їх, швидше за все, зацікавлять послуги, що приносять додаткові джерела доходу та / або підвищують лояльність клієнтів. Що стосується витрат, їх цікавить будь-яка технологія, яка може знизити їх експлуатаційні витрати. Крім того, їх, швидше за все, приверне ідея послуги, яка допоможе їм відрізнитись від конкурентів. Постачальники авіаційних вантажів цікавляться послугами, які можуть принести їм оперативні вдосконалення. Сегмент бізнес-джетів унікальний тим, що він, ймовірно, матиме більшу готовність платити за підключення через зацікавленість у використанні більш досконалих програм (таких як відеоконференції та VoIP). Нарешті, загальний авіаційний сегмент, що складається з менших літаків і підтримується незалежними власниками, швидше за все, буде зацікавлений у послугах зв'язку, проте з меншим акцентом на розкішних додатках та більшою чутливістю до ціни.

Також варто зазначити, що телефонний (голосовий) зв'язок у системі SATCOM підтримує як аналоговий голосовий канал, так і дані, передані через Інтернет-протокол (VoIP). VoIP, який також називають IP-телефонією, є методом і групою технологій для забезпечення голосового зв'язку та мультимедійних сеансів через мережі Інтернет-протоколу (IP), такі як Інтернет.

## РОЗДІЛ 2

### 2 Основна частина.

#### 2.1. Повітряна архітектура Інтернету.

Повітряна архітектура Інтернету використовує ті ж принципи, що і традиційна мережа. У базових комп'ютерних локальних мережах кожен комп'ютер використовує мережевий пристрій, такий як мережева карта інтерфейсу (NIC), як свій фізичний інтерфейс до мережевого дроту або локальної мережі (LAN). Це частина першого рівня (фізичного рівня) із семи рівнів OSI (Open Systems Interconnection). Мережевий провід (або кабель) підключається безпосередньо до мережевої карти на задній панелі ПК. На наступному рівні вище (рівень даних) мережеві протоколи застосовуються і прив'язуються до NIC. Найчастіше використовується TCP / IP. Протокол Інтернету (IP) - це протокол мережевого рівня, який містить адресуючу інформацію та деяку керуючу інформацію, що дозволяє маршрутизувати пакети. За допомогою IP-адрес пакет направляється до адреси призначення. Пакет також пересилається до наступного стрибка за допомогою адрес Мас. IP-компонент забезпечує маршрутизацію з однієї мережі в іншу мережу і, нарешті, до глобальної мережі Інтернет. TCP відповідає за перевірку правильної доставки даних від клієнта до сервера призначення.

<i>Кафедра авіоники</i>				<b>НАУ 21 144 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Городнічук Б.О.</i>			<b>Сучасна архітектура систем супутникового зв'язку.</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Краснов В.М.</i>					12	25
<i>Консульт.</i>	<i>Краснов В.М.</i>				613.7.100107.01		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Левківський В.В.</i>						
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Павлова С. В.</i>						

Кожна мережева карта інтерфейсу має унікальну MAC-адресу, яка застосовується в процесі виробництва, перші дві шістнадцяткові цифри вказують ім'я виробника. TCP / IP присвоює унікальний номер кожній робочій станції (насправді її NIC) у світі. Існує два способи призначення IP-адреси, один - статичний, а другий - динамічний і використовує сервер DHCP. Тоді адресація мережі залежить від конфігурації мережі. IP-адреса та MAC одружені. Ми можемо отримати інформацію про MAC-адресу через IP за допомогою протоколу ARP. Це схоже на спосіб отримання інформації про IP-адресу за допомогою протоколу RARP. Цей «номер IP» має чотири байти і виражається перетворенням кожного байта в десяткове число (від 0 до 255) та розділенням байтів крапкою (наприклад, сервер веб-сайту [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com) дорівнює 66.94.234.13).

Вся мережа побудована з використанням комерційних коробів маршрутизаторів TCP / IP. Ці скриньки знаходяться в різних місцях, включаючи Інтернет-провайдерів. Кожен маршрутизатор підтримує свої таблиці маршрутизації, яка містить інформацію про всі різні маршрути. Таблиця перекладає ім'я в IP-адресу призначення. Ця система дуже схожа на механізм доставки на пошту. Принцип роботи маршрутизатора дуже схожий на спосіб, яким поштове відділення використовує поштові індекси (так звані поштові індекси) коди для маршрутизації, сортування та доставки пошти за адресою призначення. Маршрутизатори використовують IP-адресу для пошуку адреси призначення. Маршрутизатор також повинен визначити, куди його відправити далі, або який «маршрут» використовувати, щоб переконатися, що він прибуває до місця призначення. Щоразу, коли пакет надходить на IP-маршрутизатор, маршрутизатор використовує таблицю маршрутизації для прийняття індивідуального рішення про те, куди слід відправити пакет далі.

Принцип повітряного Інтернету полягає у створенні високошвидкісної магістралі мережі в небі з дуже надійною та надійною мережею. Літаки - це мобільні пристрої, і тому інформація про маршрутизацію до них сильно відрізняється, ніж у порівнянні з традиційними локальними та глобальними мережами. Підключення важко підтримувати, оскільки літаки не стаціонарні.

Для підтримки зв'язку потрібна мобільна маршрутизація. Модель бортового Інтернету побудована за тією ж концепцією, що і комп'ютерні мережі.

Літаки, що використовують бортову мережу, повинні мати IP-з'єднання з іншим літаком або наземною IP-мережею. Системою супутникового зв'язку можуть користуватися літаки, які здійснюють польоти у віддалених районах, що перебувають за межами охоплення УКХ існуючої інфраструктури національної системи повітряного простору. Система супутникового зв'язку вперше широко використовувалася для тривалих польотів (трансокеанічних польотів), які виходили за межі діапазону УКВ-радіосистеми. Для використання бортового Інтернету потрібно правильне розташування літака. Сучасна технологія GPS може надійно та точно передавати цю інформацію.

Повітряна архітектура Інтернету скористається перевагами відкритих кодів, відкритих стандартів та протоколів, таких як TCP / IP. В архітектурі бортового Інтернету кожен літак підключається до наступного літака, утворюючи мережу, подібну до однорангової мережі, яку ми маємо в мережі IT / телекомунікацій. Однорангові мережі (P2P) не потребують центрального сервера. Комп'ютерна мережа P2P - це мережа, яка в першу чергу покладається на обчислювальну потужність та пропускну здатність учасників мережі, а не концентрує її на відносно невеликій кількості серверів. Мережа P2P не працює як модель клієнт / сервер, але в цій мережі кожен вузол працює як клієнт і сервер з однаковими правами. Цей тип мережі сильно відрізняється від моделі клієнт-сервер. У моделі клієнт-сервер інформація передається від сервера до клієнта. Сервер має всю інформацію та ресурси, за необхідності клієнт отримує доступ до цих даних із сервера. Сервер протоколу передачі файлів (FTP) є дуже хорошим прикладом моделі клієнт-сервер. Bit Torrent - чудовий приклад моделі P2P.

У бортовому Інтернеті (див. Малюнок 2.1) кожна робоча станція літака виконує роль маршрутизатора, який також запускає автоматичне залежне спостереження - трансляція (ADS-B) та служби польової інформації, такі як трансляція погоди та програми електронної пошти. Бортовий Інтернет-маршрутизатор підключений до радіостанції VDL SATS та наземної локальної мережі.

Контролер наземного зв'язку передавача даних (CPDLC) і робочі станції P2P підключені до наземної локальної мережі. Після підключення до локальної мережі можна отримати доступ до таких послуг, як стан з підтримкою Інтернету (віддалено контролює стан маршрутизаторів та радіостанцій).

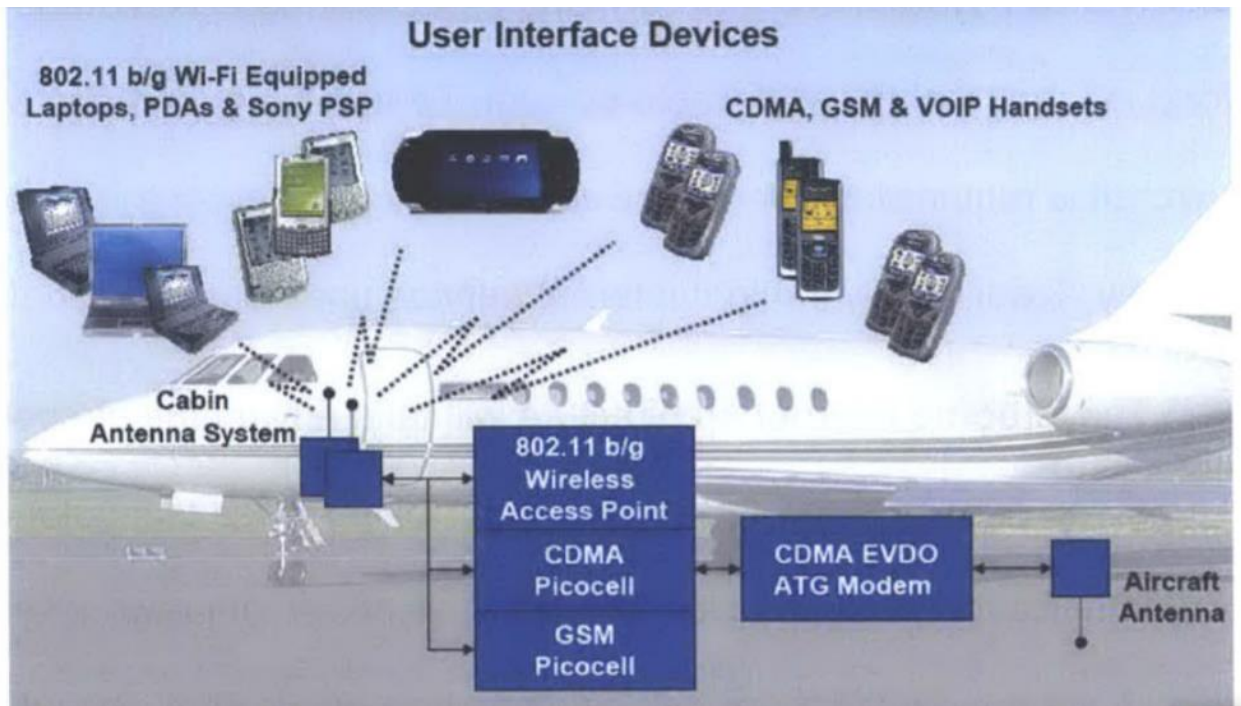


Рисунок 2.1. Typical aircraft SATCOM system architecture

## 2.2 Airborne SATCOM systems and manufactures.

Сьогодні на авіаційному ринку представлено багато виробів цивільних систем SATCOM. Серед тих, на які варто звернути увагу, є:

- Honeywell із серіями Aspire та JetWave (MCS-8000 / -8100);
- Бендікс / Кінг з AeroWave 100;
- Collins Aerospace (він же Rockwell Collins) з IRT-NX, SAT-6100B / HST-2110B та Tailwind;
- Cobham з його серією Aviator;
- SkyTRAC із системами SDL-350 та ISAT-200A.

Давайте детальніше розглянемо перелічені вище системи, що надають послуги супутникового зв'язку для авіаційної промисловості.

### 2.2.1. Aspire 400 від Honeywell.

Система Aspire 400 SATCOM забезпечує:

- електронні листи під час польоту,
- фільми та публікації в соціальних мережах,
- потокове передавання даних в режимі реального часу про стан / стан компонентів та обладнання літака,
- високошвидкісний передавання голосу та даних для кабін та кабін.



Рисунок 2.2.1. Aspire 400 SATCOM system

Використовуючи надійну глобальну супутникову мережу Inmarsat I-4, Aspire 400 забезпечує одно- або двоканальне з'єднання SwiftBroadband. Блок супутникових даних (SDU) містить два незалежних канали SwiftBroadband для окремого обслуговування кабіни та кабіни. Для кабіни пілотів виділений канал забезпечує задоволення вимог майбутньої системи навігаційної системи (FANS), тоді як пасажери використовують другий канал SwiftBroadband для передачі голосу та даних у салоні.

Типова система Aspire 400 включає:

- Блок супутникових даних (SDU),
- модуль конфігурації Satcom (SCM),
- підсилювач високої потужності (НРА),
- Діплексер / підсилювач з низьким рівнем шуму типу F,
- Антена з проміжним посиленням (одно- або багатоканальна, швидкість до 330 кбіт / с), або Розширена антена з низьким коефіцієнтом посилення

(одноканальна, швидкість до 200 кбіт / с), або Антена високого коефіцієнта посилення (одно- або багатоканальна, прискорення до 432 кбіт / с).

### 2.2.2. SkyTRAC із системами SDL-350 та ISAT-200A.

Термінал SDL-350 забезпечує:

- Відстеження літаків
- Потокове передавання Black Box
- Обробка кредитних карток
- Автоматизація EFB
- EO / ІЧ-зображення
- Збір даних польоту
- ГАДСС
- Графічна погода
- Передача зображень та великих файлів
- Журнали подорожей
- Телемедицина
- Своєчасне відновлення польотних даних
- VoIP-комунікації



Рисунок 2.2.2. SkyTRAC SDL-350 terminal

Блок супутникових даних SKYTRAC'S 2-MCU, SDL350, має сміливі нові можливості та множник пропускної здатності в 150 разів, що забезпечує наступне покоління підключення полюсів до полюсів. SDL-350 забезпечує всі вимоги GADSS, автоматизацію EFB та вдосконалену графічну погоду до кабіни. Відстежуйте діяльність флоту по всьому світу, автоматично визначаєте події під час польоту та збирайте надійні дані, щоб забезпечити ваші FOQA, MOQA, SMS та інші операційні системи.

Також ця система порівнює такі аксесуари, як:

- MULTI TOUCH CONTROL (MTC-100) 0 - інтерфейс кабіни або кабіни для підключення повітряних та наземних екіпажів за допомогою супутникового голосу та тексту. Система включає заздалегідь програмовані номери швидкого набору, настроювані екрани для операторів та критично важливих програм, відповідність NVIS для використання в нічних умовах тощо.
- КАМЕРИ INFLIGHT (CRU-200), які дискретно фіксують години аудіо-візуальних зображень кабіни з високою роздільною здатністю для покращення



програми моніторингу польотних даних. Спаруйте з декількома лінзами в будь-якій комбінації.

Антени, розроблені SKYTRAC, пропонують різноманітні швидкості передачі даних, інтерфейси та розміри, залежно від вашого робочого профілю.

#### **2.2.2.1 SKYTRAC ISAT-200A.**

SKYTRAC ISAT-200A - це повнофункціональний трансивер GPS та Iridium®, який забезпечує звітування про 4D-положення та двосторонній обмін повідомленнями з глобальним покриттям майже у реальному часі. ISAT-200A повністю інтегрований з підписним хмарним порталом управління даними SkyWeb фірми SKYTRAC, який включає модулі для відстеження польоту в режимі реального часу, голосових або текстових повідомлень, автоматизованих аварійних сповіщень та системних тенденцій та аналізу ефективності роботи. ISAT-200A також сумісний з додатковим голосовим інтерфейсом кабіни, повнодуплексним сатфоном та іншими бортовими апаратними аксесуарами. Це основний компонент в системі, яка розширює безпрецедентне розуміння діяльності флоту в усі часи.



Рисунок 2.2.2.1 – ISAT 200-A and accessories

ISAT-200A включає приймач GPS (Глобальна система позиціонування), приймач L-діапазону, спеціально розроблений для зв'язку із супутниковою системою Iridium®, літій-іонний акумулятор для забезпечення зв'язку з супутниковою системою після відключення живлення планера, а також акумулятор система зарядки. Керування та взаємодія забезпечуються одноплатним комп'ютером малої потужності. Дані можуть надсилатися між літаком та будь-якою точкою світу за допомогою доступу до Інтернету через супутники Iridium® Low Earth Orbit (LEO).

Базове програмне забезпечення відображає дані про поточне та історичне положення, включаючи широту, довготу, час GPS, відносне положення (до відомої точки шляху), швидкість наземного руху, висоту та напрямок, у табличному форматі та на карті. Ефірний час, час польоту, ETA, відстань у дорозі, минулий час та інші дані польоту також відображаються для миттєвого

перегляду. Звіти про польоти можуть також створюватися підрозділом, а в оперативному порядку ISAT-200A може доповнювати польоти, дотримуючись вимог комерційних операторів, та надавати життєво важливі дані про положення та послуги обміну повідомленнями тим операторам, які виконують льотну діяльність у віддалених районах. Пристрій підтримує до двох послідовних портів RS-232, до двох портів RS-485, Ethernet, три аналогові входи, ARINC429, ARINC717, частотні входи, дискретні входи / виходи, аудіоканали, аудіозапис тощо.

### **2.2.3. Cobham Aviator Series.**

Спеціальне призначення Aviator компанії Cobham SATCOM - це асортимент продукції для спеціальних застосувань, де існують підвищені вимоги до екологічних специфікацій або багатоканальних конфігурацій каналів SwiftBroadband. Спеціальна цільова лінія AVIATOR складається з SDU-7315, SDU-7320, SDU-7330 і, залежно від конфігурації системи, розгортається разом з HLD-7260 (одноканальними системами) або HPA-7450 та DAU-7070 (багатоканальні системи).

SwiftBroadband - це пакетна комутаційна послуга Inmarsat, яка пропонує доступ під час польоту до Інтернету, електронної пошти, голосових дзвінків та будь-якої іншої програми, що використовується вдома або в офісі. Він також може підтримувати потокове відео, відеоконференції та повітряний нагляд. Швидкість фонових даних становить до 432 кбіт / с на канал, залежно від класу обслуговування, який, у свою чергу, визначається класом антени - LGA, IGA або HGA.

Блок супутникових даних (SDU) забезпечує функцію управління радіомодемом та системою системи SwiftBroadband і має один або кілька таких унікальних диференціаторів:

- Підтримка багатоканального SwiftBroadband
- Доступний у конфігурації з фланцем
- Доступно з інтерфейсами роз'єму ARINC 600

- Пропонуємо розширену кваліфікацію щодо температури та вібрації  
З SDU-7315 навіть літаки з обмеженим простором можуть мати L-діапазон SATCOM. Для цього фланцевого кріплення SDU не потрібні лотки ARINC 600 і використовуються круглі роз'єми, що економить на просторі, вазі та витратах на встановлення. Форм-фактор для кріплення на фланці доступний як в одно-, так і в двоканальній версії, і його можна встановлювати в будь-якій орієнтації, пропонуючи неперевершену гнучкість установки. Він ідеально підходить для встановлення на будь-якому літаку, але його віддають перевагу невеликі літаки, вертольоти та БПЛА.

SDU-7320 - це одно- або двоканальний SDU, упакований у корпус 2 MCU ARINC 600. Цей пристрій вміщується в лоток ARINC 600 і ідеально підходить для встановлення у відсіку авіаційної авіації.

SDU-7330 доступний у одно-, дво- або чотирьоканальних конфігураціях, упакованих у корпус 3 MCU ARINC 600. 4-канальний SDU ідеально підходить для діапазону з голодними та гнучкими вимогами до застосування.



Рисунок 2.2.3. Aviator Satellite Data Units

#### Особливості SDU-7315:

- Комплект кріплення на фланці зменшує витрати на встановлення та збільшує гнучкість
- Підходить для встановлення поза посудиною під тиском літака
- Вбудований SIP-сервер
- Маршрутизація внутрішніх дзвінків між слухавками

- доступ до Інтернету PPPoE
- Power over Ethernet на всіх портах (конфігурується)
- 1 або 2 канали
- Конфігурації системи класу 6, 7 та 15

Особливості SDU-7320:

- 2 пакети MCU
- Вбудований SIP-сервер
- Одно- та двоканальна конфігурація
- Різні варіанти інтерфейсу, що підходять для встановлення вашої програми в середовищах без тиску та без регулювання температури

Особливості SDU-7330:

- Пакет 3 MCU дозволяє оновити plug and play від Swift64
- Чотири канали забезпечують максимальну пропускну здатність у гнучкій топології системи
- Задовольняє вимоги користувачів з високою пропускну здатністю
- Різні варіанти інтерфейсу відповідно до ваших додатків
- Вбудований SIP-сервер
- Кваліфікований для установки в середовищах без тиску та без регулювання температури

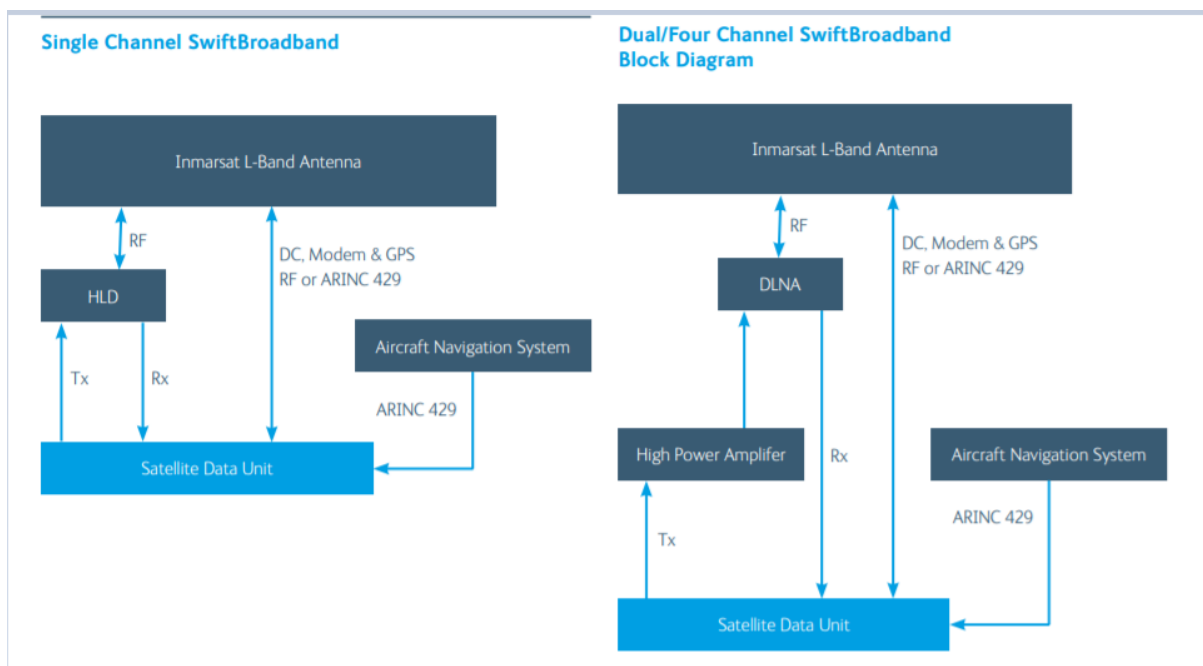


Рисунок 2.2.3.1. SwiftBroadband block diagrams

## 2.2.4 JetWave (MCS-8000/-8100) by Honeywell.

Високошвидкісні супутникові термінали JetWave від Honeywell забезпечують постійне глобальне з'єднання через мережу Ка-діапазону Global Xpress (GX) Inmarsat Aviation з чотирма супутниками, що охоплюють всю земну кулю (за винятком полярних регіонів). Розроблене для забезпечення ширококутового підключення даних, апаратне забезпечення та мережа оптимізовані для мобільності, щоб забезпечити незмінно чудовий досвід пасажирів у всьому світі. Пасажири можуть відчувати те саме з'єднання Wi-Fi на висоті 40000 футів, що і на землі. У цих двох конфігураціях MCS (багатоканальний Satcom) використовуються ідентичні радіочастотні та антенні контролери, модем та компоненти маршрутизатора, з тією лише різницею, що MCS-8000 використовує антену, встановлену на хвості, здатну розвивати швидкість до 30 Мбіт / с, а MCS-8100 використовує антену, встановлену на фюзеляжі, здатну розвивати швидкість до 50 Мбіт / с. Системи JetWave MCS-8000 / -8100 включають: антену (на хвості або на фюзеляжі), радіочастотний та антенний контролер KRFU, маршрутизатор KANDU та модем ModMan.

### COMPONENTS



Fuselage Mount Antenna  
Air Transport Aviation



Tail Mount Antenna  
Business Aviation

Both systems include a common RF and antenna controller, modem and router.



KRFU



KANDU



ModMan

Рисунок 2.2.4. JetWave SATCOM system components



Рисунок 2.2.4.1 Installation of fuselage antenna and radome

Встановлення системи JetWave SATCOM, сертифікованої для наступного переліку літаків:

- Airbus A318, A319, A320, A330, A340
- Boeing B737, B747, B757, B767, B777, B787, C-17 Globemaster III
- Серія Bombardier CL600, Global 5000/6000/7000/8000
- Dassault F900, F2000, F7X, F8X
- Gulfstream GIII, GIV, GV / SP, G450, G5000, G550, G600, G650.

#### 2.2.5 IRT-NX від Collins Aerospace.

Система IRT-NX SATCOM забезпечує:

- Служби безпеки (Alert Global Emergency Tracking Service, два голосу ОВД + FANS / CPDLC),
- Голосові канали (до 2 х аналогових та 1 х VoIP),
- Сегреговані канали безпеки / не безпечні,
- послуги Iridium Certus SATCOM зі швидкістю передачі даних 88 - 352 кбіт / с,
- генерація ключових ключів безпеки,
- Масштабована архітектура супутникового блоку даних (SDU) для модернізації.
- Система IRT-NX включає:



- одиниця супутникових даних IRT-4100 (низька) або IRT-4200 (середня) або IRT-4300 (висока),
- модуль конфігурації супутника ICM-4000,
- Антена LGA-4000 з низьким коефіцієнтом підсилення або HGA-4000 з високим підсиленням.



Рисунок 2.2.5. IRT-NX SATCOM system components

### 2.2.6 SAT-6100B від Collins Aerospace.

Система супутникового зв'язку SAT-6100B забезпечує / підтримує:

- Графічна інформація про погоду,
- моніторинг двигуна та повідомлення про несправності,
- електронна льотна сумка,
- оновлення розваг під час польоту,
- Інтернет, електронна пошта, Інтернет, миттєві повідомлення,
- Корпоративний веб-доступ,
- Передача відео / фото / аудіо даних,
- недорога телефонія (VoIP),



- До трьох каналів Inmarsat Aero H, H + або I,
- До двох одночасних каналів Inmarsat Swift64 для послуг ISDN та MPDS та / або до двох каналів SwiftBroadband (до 432 кбіт / с), сумісних з найновішими потоковими та фоновими IP-ставками,
- чотири інтегровані аналогові порти DTMF та багатоканальна цифрова телефонна шина,
- Служби безпеки ІКАО, що відповідають стандартам зв'язку АТС,
- Сумісність з протоколом Data 2 (ACARS),
- Інтерфейси з ARINC 739 MCDU.

Система SAT-6100В включає:

- супутниковий приймач / передавач SRT-2100В,
- високошвидкісний трансивер HST-2110В,
- високошвидкісний модуль налаштування даних HCM-2100В,
- спліттер 2-смуговий спліттер / комбайн (LNA / DPX),
- HGA-2100В SATCOM антена високого підсилення (підтримує одночасну роботу служб In-marsat Aero-H / H + та SwiftBroadband).



Рисунок 2.2.6. SAT-6100B SATCOM system components (from left SRT-2100B, HST-2110B, HGA-2100B)

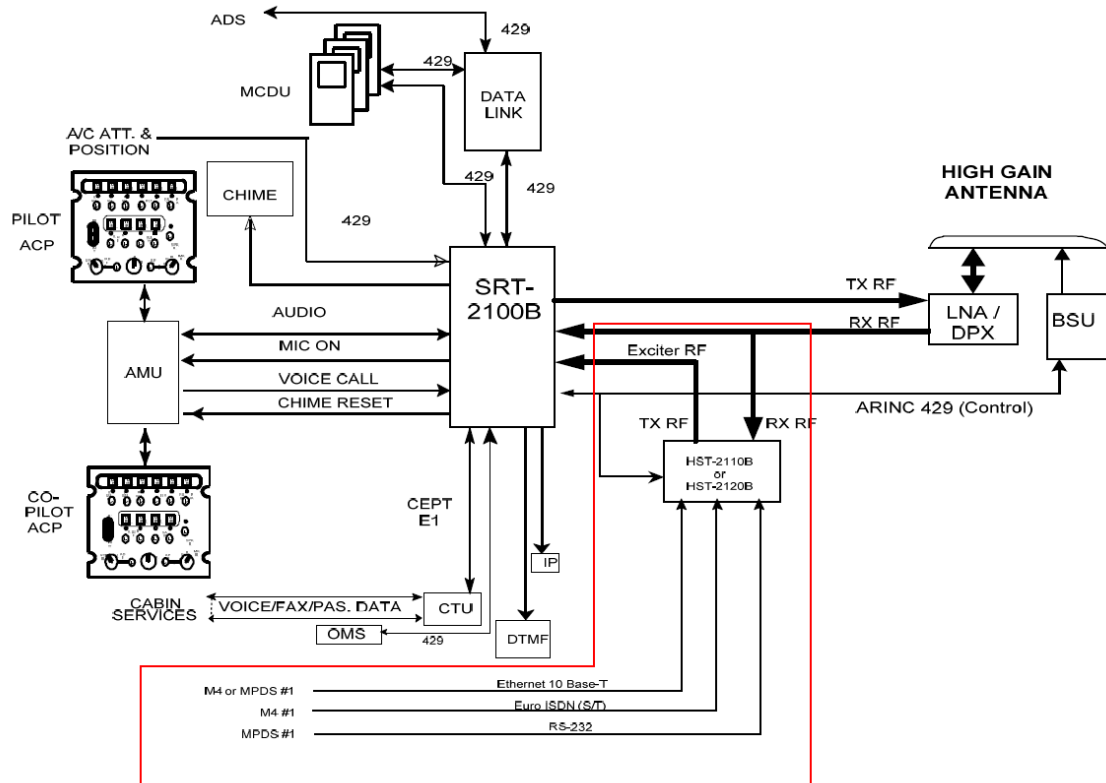


Рисунок 2.2.6.1. SAT-6100B system block diagram

Встановлення системи SAT-6100B SATCOM, сертифікованої для наступного переліку літаків:

- Airbus A320, A330
- Boeing B737, B747, B757, B767,
- серія Bombardier CL600,
- Dassault F900, F2000, F7X,
- Gulfstream GIII, GIV, G450, G550, G600, G650.

### 3. Практична частина.

#### 3.1 Типова конфігурація системи SATCOM у сучасному / перспективному літаку.

Загальні конфігурації системи SATCOM сучасних / перспективних літаків наведені на рисунках 3.1 та 3.1.1. Насправді типова система SATCOM складається з ARINC 781/791 SDU, який зазвичай містить радіочастотну одиницю (RFU) та інтегровану (HFA), пов'язану з нею копіт голосу та даних SATCOM, а також

підсилювач Діплекс-ер / Low Noise (DLNA) та антену ARINC 781/791, яка містить вбудований блок керування променем (BSU).

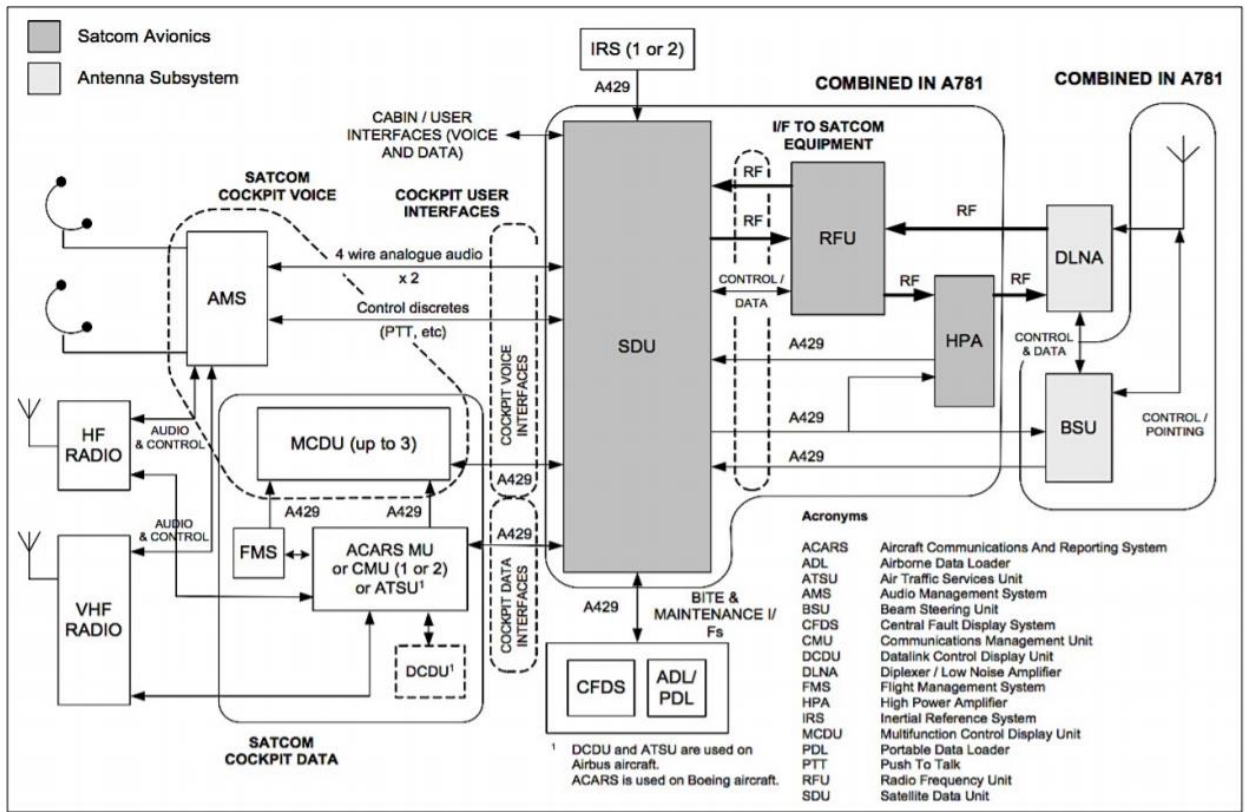


Рисунок 3.1. General configuration of a SATCOM system of a modern/perspective airplane

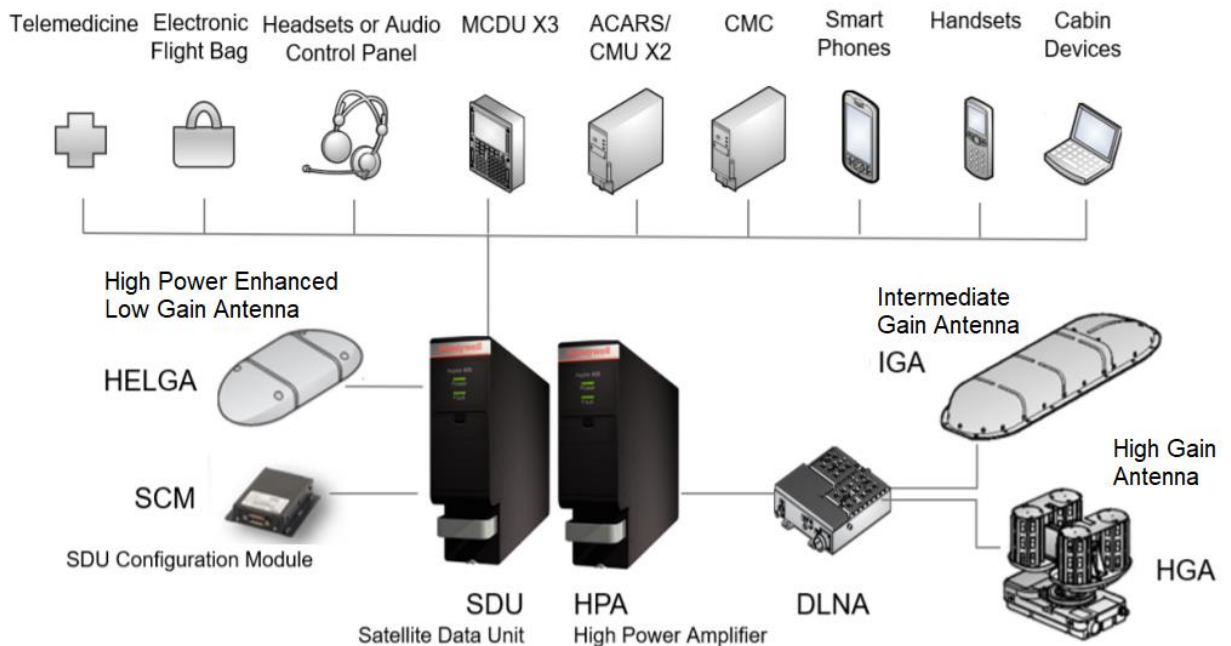


Figure 3.1.1. General configuration of a SATCOM system of a modern/perspective airplane

Блок супутникових даних (SDU) призначений для взаємодії із зовнішнім НРА, коли, наприклад, прокладка кабелю і, отже, втрата кабелю від SDU до DLNA є надмірною. SDU також розроблений для взаємодії зі старими підсистемами антен ARINC 741/781, встановленими зверху та збоку, щоб забезпечити простий шлях оновлення до нових послуг SATCOM для літаків, які вже оснащені обладнанням ARINC 741/781. SDU здатний надсилати та отримувати різні швидкості передачі даних. Норми динамічно обираються окремими додатками та прагматичною оцінкою поточних умов експлуатації. Сигнали передаються за допомогою геостаціонарних супутникових транспондерів до / з призначених підтримуючих наземних станцій.

Блок супутникових даних (SDU) є невід'ємною частиною системи літака SATCOM. SDU - це пристрій електроніки, встановлене в літаку, що дозволяє здійснювати комунікацію повітря / земля через супутникову мережу. Це. Пристрій підключається до супутника за допомогою звичайного радіочастотного (RF) зв'язку, а потім супутник підключається до наземної станції або навпаки. Весь супутниковий зв'язок, будь то аудіо чи дані, обробляються SDU. SDU взаємодіє з бортовим MDDU (багатоцільовим блоком дисководів), який підтримує оновлювану таблицю наземних станцій в поточній зоні літака та порядок вибору, яку наземну станцію використовувати, що, таким чином, керує вибором супутник. Поряд з аналізом даних, які безперервно надсилаються з усіх наземних станцій (таких як станція станції та частота помилок сигналів від кожної станції), SDU отримує інформацію про положення та орієнтацію літака від іншої бортової системи (наприклад, IRS, GPS, AHRS тощо), він переходить до БСУ (блок рульового управління), щоб направити сигнальний промінь від літака на обраний супутник.

З появою стільникових телефонів та Інтернету окремий або інтегрований SDU можна використовувати для пропонування телефонних та Інтернет-послуг пасажиром.

Параметри сигналу в просторі визначаються SDU щодо модуляції / демодуляції, виправлення помилок, кодування, чергування та швидкості передачі даних, пов'язаних з каналами зв'язку. SDU забезпечує безліч користувальницьких інтерфейсів, включаючи: аналоговий голос / аудіо в кабіні, голос і дані в кабіні SATCOM, Ethernet тощо.

### 3.2 Впровадження SATCOM для управління повітряним рухом (ATM).

Навіть при використанні не-АТС, голосовий зв'язок SATCOM все ще вимагає стандартних процедур дисципліни ra-dіо. Будь-яка спроба використовувати посилення SATCOM, як звичайний телефон, може легко призвести до непорозумінь. Літак, оснащений супутниковим голосом, може здійснювати дзвінки, використовуючи або INMARSAT, або IRIDIUM, призначені телефонні номери охорони (короткі коди ICAO), або може здійснювати прямий набір, використовуючи комерційні телефонні номери та коди країн. Наземні станції Землі можуть здійснювати дзвінки на літаки, обладнані голосом SATCOM, використовуючи їх унікальну 8-значну аеронавігаційну земну станцію (AES), код ідентифікатора літака (OCTAL) або номер телефону.

Впровадження супутникових служб передачі даних для маршрутного банкомату, як для комунікаційного зв'язку контролера-пілота (CPDLC), так і для спостереження, дозволило обладнанням відповідним обладнанням ANSP випробувати зменшені океанічні стандарти процедурного розділення, такі як поздовжні 30 нм поздовжній (бічний).

Більшість агентств вважають, що можливості SATCOM з часом стануть більш значущою частиною елемента АТС системи АТН, оскільки це, мабуть, єдиний спосіб забезпечити надійне покриття ліній передачі даних океанічного та віддаленого континентального середовища на необхідних рівнях потужності, і може в кінцевому підсумку також вимагатиметься через обмеження пропускної спроможності передачі голосу та даних у частинах Європи та США. Поточний АТМ SATCOM для маршрутних банкоматів використовує супутники та радіочастотний спектр, який використовується спільно з ACARS та іншими каналами зв'язку, а не виділеними, що було б

можливо, якби система в кінцевому підсумку застосовувалася ширше. Наприклад, в Додатку 10 ІКАО в даний час зазначається, що "Правила радіозв'язку МСЕ дозволяють системам, що надають послуги мобільного супутника, використовувати той самий спектр, що і Служба аеронавігаційного супутника (маршруту), не вимагаючи, щоб такі системи пропонували послуги з безпеки, і що ця ситуація має потенціал зменшити доступний спектр використання банкоматів. Державам рекомендується розглянути це питання при плануванні радіочастот та встановленні національних або регіональних вимог до спектру '.

У той час як FAA у 2012 р. Видав довідковий циркуляр (АС) № 20-150В, який надає вказівки щодо затвердження льотної придатності для дизайнерів, виробників та монтажників обладнання Satel-lite Voice (SATVOICE), що підтримує обслуговування повітряного руху (ATS).

У будь-якому випадку, SATCOM вже сьогодні є важливою складовою повітряного зв'язку, зокрема для океанічного повітряного простору (див. Рисунок 4.1). Очікується, що в майбутньому SATCOM буде не менш важливим також для континентального повітряного простору і стане невід'ємною частиною майбутньої комунікаційної інфраструктури (FCI). Крім того, супутникові сузір'я, що розвиваються, забезпечують нові системи SATCOM, що пропонують нові можливості для задоволення поточних та майбутніх потреб авіаційного зв'язку.

Системи SATCOM можна класифікувати за трьома категоріями, визначеними ІКАО, що представляють різні покоління та з дедалі жорсткішими вимогами до продуктивності:

- ефективні системи SATCOM класу С - вже працюють і відповідають сучасним SATCOM SARP, таким як INMARSAT Classic Aero та SB Safety, та Iridium

- ефективність систем SATCOM класу В - наступне покоління систем класу С, які підтримуватимуть вимоги ATS базової лінії 2, такі як INMAR-

SAT SwiftBroadband / Iris та сузір'я Iridium NEXT (послуга Iridium Certus), які, як очікується, пропонують послуги AMS

- продуктивність систем класу А SATCOM - майбутні системи SATCOM, які будуть вдосконалювати поточні системи класу В. Вони будуть відповідати майбутнім вимогам до авіаційної діяльності (іменовані як базові вимоги 3, В3, АТS). ІКАО враховує тривалий часовий проміжок, необхідний для розгортання та розгортання нових систем.

У контексті FCI, SATCOM, разом із наземними системами зв'язку, надасть можливість майбутнім концепціям SATCOM, що підтримують IPS-комунікації та клас ефективності А, які розробляються в контексті програм модернізації банкоматів, таких як АТМ Єдиного європейського неба Дослідження (SESAR) EURO-CONTROL в ЄС та Система повітряного транспорту наступного покоління (NextGen) Федеральної авіаційної адміністрації (FAA) у США. Основна увага в SESAR приділяється комунікаціям безпеки життєдіяльності, а також комунікаціям SATCOM оперативного контролю авіакомпаній (АОС), оскільки обом дозволено працювати в однакових смугах частот згідно з розподілом частот MCE AMS (R) S.

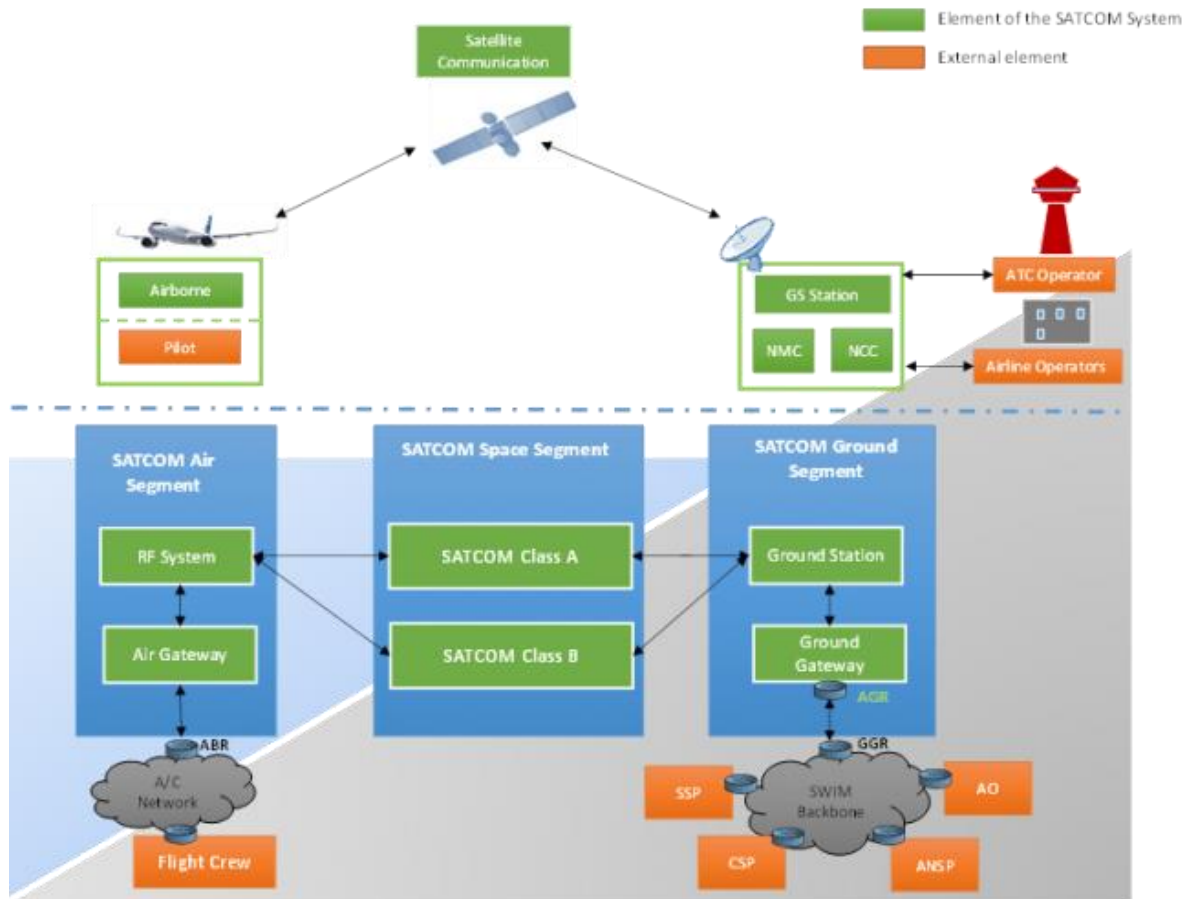


Рисунок 3.2. Flowchart of how SATCOM implemented in aeronautical communications

Супутниковий зв'язок забезпечує ідеальне підключення для незмінного глобального досвіду для всього літака, починаючи від комунікацій безпеки і закінчуючи високошвидкісним широкосмуговим доступом та прямим телебаченням у салоні. Авіаційна безпека забезпечується завдяки передачі даних з центрами управління на місцях із використанням діапазону С (4 - 8 ГГц, IEEE). Зв'язок із самим літаком забезпечується за допомогою діапазону L (від 1 до 2 ГГц, IEEE). Вони забезпечують широкий спектр використання в кабіні та кабіні. Сюди входять комунікації щодо безпеки, погода та оновлення плану польоту, а також підключення пасажирів до електронної пошти, доступу до Інтернету, телефонних дзвінків через VoIP, обміну повідомленнями через GSM та SMS.

SATCOM забезпечує безпечний та ефективний переліт літака до місця призначення за допомогою сучасної інформації, включаючи інформацію про маршрут,



повітряний рух та експлуатаційну інформацію авіакомпанії, підтримуючи всі ключові програми в кабіні літаків такими різноманітними засобами:

- УВД з супутниковою підтримкою - коли літак знаходиться поза зоною дії УКВ / УВЧ-радіостанцій, наприклад, в океанічному повітряному просторі, супутникові служби дозволяють здійснювати супутникове управління повітряним рухом (УВД).

- Автоматичне залежне спостереження (ADS) - Важливим елементом безпеки є можливість постійно мати надійну комунікацію з наземними контролерами на всіх основних океанічних маршрутах. Супутниковий зв'язок полегшує автоматичне перенесення (автоматичне залежне спостереження або ADS) положення літака в режимі реального часу, включаючи висоту, швидкість і напрямок руху, через супутник до центрів управління повітряним рухом, допомагаючи контролерам дізнатися, де знаходиться літак. всі часи.

- Зв'язок з датою зв'язку контролера-пілота (CPDLC) - Супутниковий зв'язок також дозволяє вказівки про маршрутизацію, дозвіл та інші повідомлення, що надсилаються системою адресації та звітності літальних апаратів (ACARS), які необхідно надсилати безпосередньо до кабіни у вигляді електронних повідомлень даних. Перевагами є підвищення безпеки та ефективності польотів завдяки більш ефективному зв'язку.

- Голосові послуги - Супутникові служби також підтримують управління повітряним рухом та критичні голосові комунікації повітряних ліній, коли літак знаходиться поза зоною дії УКВ-радіо. Повітряно-суднові системи створені таким чином, що комунікаційні кабіни мають пріоритет над будь-яким пасажирським сполученням, таким чином максимізуючи безпеку та надійність.

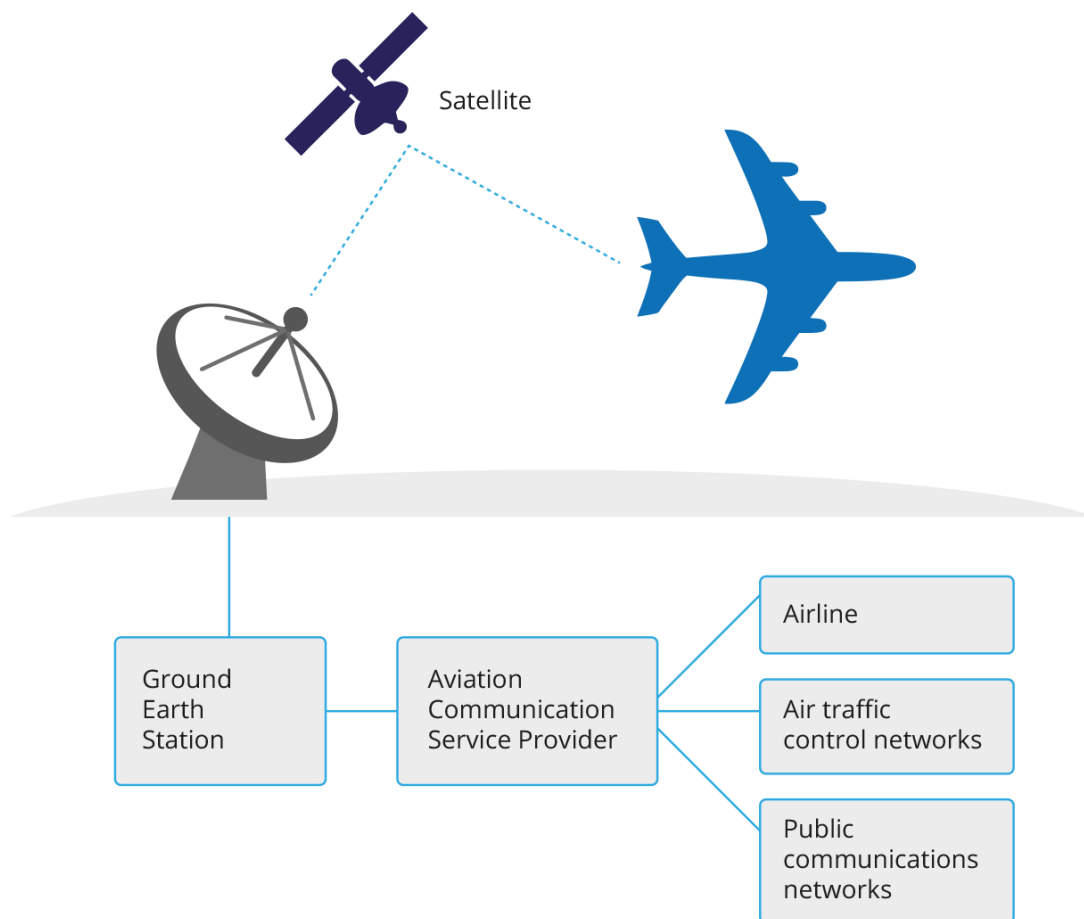


Рисунок 3.2.1. Satellite network

Супутникові мережі (див. Рисунок 3.2.1) відіграють незамінну роль в ефективному управлінні повітряним рухом. Супутники діапазону Ка (від 27 до 40 ГГц) можуть досягати користувацьких терміналів у більшості населеного світу. Як результат, супутникові мережі на базі банкоматів можуть ефективно використовуватися для надання послуг віддалених районів як у режимі реального часу, так і в режимі реального часу. Супутники пропонують широке географічне охоплення, включаючи взаємозв'язок «земель банкоматів», багатоточковий до багатоточковий зв'язок, що сприяє властивій супутниковій передавальній здатності та альтернативі волоконно-оптичним мережам для реагування на аварії.

У відповідь на катастрофу рейсу Air France AF447 у 2009 році та втрату рейсу МН370 від Malaysia Airlines у 2014 році ІКАО подала рекомендації щодо відстеження всіх польотів авіакомпанії (див. §3.5 Поправки 42 до Додатка 6, Частина 1). На даний момент ІКАО розробила стандарти відстеження польотів, що

містяться у Циркулярі 347 (Керівні принципи реалізації відстеження літаків), тому авіаційні органи кожної країни можуть потенційно висувати власні вимоги. Європейська комісія видала Регламент Комісії (ЄС) 2015/2338 11 грудня 2015 року, тому EASA, у свою чергу, розробила прийнятні засоби відповідності (АМС) та керівні матеріали (GM) до Part-CAT (Випуск 2, поправка 13) щодо вимог до систем відстеження літаків.

ІКАО рекомендує до 8 листопада 2018 року, тоді як Європейська Комісія встановила, що до 16 грудня 2018 року всі оператори повинні відстежувати положення своїх літаків за допомогою автоматизованої звітності з інтервалами часу, які не перевищують 15 хвилин. Це стосується лише літаків з максимальною сертифікованою злітною масою понад 27 000 кг та місткістю більше 19 осіб, і де ОПР отримує повідомлення про звіт про положення літака з інтервалом більше 15 хвилин. Передумова полягає в тому, що автоматичний збір даних про місце розташування літаків, як ОВД, так і оператор, може бути використаний для виконання вимог відстеження літаків. Іншими словами, оператор може призупинити власне відстеження 4D / 15 в районах, де ОПР отримує інформацію про місцезнаходження.

Для того, щоб відповідати вимогам відстеження ПС, ПС повинен бути обладнаний системою відстеження, що базується або на системі SATCOM, або на трансформаторі ADS-B OUT, або на ВЧ / УКВ-АКАР.

### **3.3 Implementation of airborne SATCOM systems.**

Встановлення бортових систем SATCOM на борту літака трактується як будь-яке інше чергування (модифікація / модернізація) літака. Внесення змін до літаків, систем авіоніки та інших частин є критичним засобом для підтримання сучасного та працездатного флоту. Впровадження бортових систем SATCOM, як правило, здійснюється сертифікованими організаціями з технічного обслуговування відповідно до набору документів, виданих або авіавиробниками (власники сертифікатів типу), або проектними організаціями (власники додаткових сертифікатів типу) за допомогою процесу STC.

Орган цивільної авіації (CAA), такий як Федеральна авіаційна адміністрація (FAA) або Агентство авіаційної безпеки Європейського Союзу (EASA) або Державна авіаційна адміністрація України (SAAU), видає STC заявнику, який змінює літак з його оригінальний дизайн типу. Влада цивільної авіації зазвичай вимагає НТР для серйозних змін у конструкції сертифікованого типу повітряного судна, коли модифікація недостатньо значна для того, щоб вимагати отримання нового сертифікату типу.

Заявник STC подає до САА план сертифікації, який деталізує запропоновану зміну сертифікованого типу продукту та те, як ця зміна відповідатиме чинним нормам та інструкціям. САА переглядає план сертифікації та видає номер проекту STC, якщо план приймається.

Далі заявник розробляє необхідні інженерні проекти, аналіз та постійні дані льотної придатності, а також наземні та льотні випробувальні плани. Після розгляду та прийняття даних, САА видає установку прототипу та, при необхідності, тестування дозволу на запропоновану модифікацію.

Заявник завершить модифікацію прототипу літака та проведе необхідні випробування (наземні та польотні). Модифікація прототипу та тестування зазвичай спостерігається делегатом САА. Після успішного встановлення та тестування САА видасть STC (для проектної організації, яка не є власником ТК) або внесе зміни до поточного ТК (для власника ТК).

Деякі з найпоширеніших викликів процесу STC - це доступ до літака для встановлення та випробування прототипів, доступ до технічних даних літаків, завдання планування програми та управління САА.

Авіакомпаніям (операторам) слід шукати партнерів із значним досвідом роботи в процесі STC у поєднанні з детальним знанням регламентів САА (таких як Частина 21 Сертифікація льотної придатності та екології, Прийнятні засоби згоди (AMC) та Керівні матеріали (GM), CS -25 Технічні умови сертифікації для великих літаків), авіаційні системи та конструкції.

Досвідчені партнери з міцними робочими стосунками з САА та широкими інженерними можливостями (Частина 21 Власник схвалення проекту), необхідними інструментами та обладнанням, наборами випробувань та вміннями

виготовляти деталі, вузли та комплекти, що виготовляються на замовлення (Частина 145 Власник схвалення Організації технічного обслуговування) прискорити терміни сертифікації за рахунок зменшення кількості повторень проекту та усунення деталей або конструкцій, які не відповідають чинним нормам.

Перелік документів, що складають пакет STC, зазвичай складається з:

- Додаток до льотної інструкції,
- Інструкції щодо постійної льотної придатності,
- Додаток до технічного обслуговування,
- Додаток до Ілюстрованого каталогу деталей (IPC),
- Основний список документів із посиланнями на креслення, схеми підключення тощо.
- Сервісний бюлетень та / або технічне замовлення з детальними інструкціями щодо виконання установки,
- Креслення, схеми підключення тощо.
- Сертифікація та обґрунтування даних (програма сертифікації, аналіз та оцінки (наприклад, структурний аналіз, аналіз безпеки системи, аналіз електричного навантаження, аналіз ваги та ваги, програми та звіти про льотні та наземні випробування тощо).

У будь-якому випадку, для того, щоб змінити (модернізувати) повітряне судно, постачальник установки (організація технічного обслуговування) повинна використовувати лише відповідні дані, затвержені САА, відповідальним за нагляд за повітряним судном (параграф 145.А.45 (b) (1) Частина 145 правила).

## Висновки

Що стосується методів комунікації, традиційні методи комунікації за даними посилянь включають HF, VHF і SATCOM. Однак HF і VHF системи не охоплюють трансокеанських польотів або віддалених районів і дуже обмежені в обсягах переданих даних, тоді як зв'язок через системи SATCOM доступна майже в будь-якій частині земної кулі і забезпечує передачу значно більших обсягів даних. Отже, здатність зв'язку до літаків через SATCOM стає життєво важливою для задоволення зростаючих потреб у передачі даних та голосу.

За допомогою різних типів повітряно-наземних мереж повітряна система SATCOM встановлює двонаправлені зв'язки та здійснює передачу та прийом даних між літаком та землею. Завдяки швидкому збільшенню кількості повітряних суден у повітряному просторі, системи передачі даних ефективно зменшують робоче навантаження пілота та диспетчера, збільшують можливості повітряного простору та згладжують рух літаків протягом останніх років. Крім того, деякі додатки, що базуються на даних, такі як моніторинг двигуна та літака, відстеження польоту, погода та оновлення плану польоту, CPDLC тощо, економить багато витрат та часу для авіаційних операторів, покращують безпеку літаків та ефективність завдань. Таким чином, повітряна система SATCOM стала необхідною частиною системи авіоніки в авіаційному транспорті, бізнесі, регіональній та загальній авіації.

Використання супутників з метою зв'язку доповнює можливості супутникової навігації. Бортове обладнання літаків для SATCOM включає супутниковий блок даних, підсилювач великої потужності та антену з керованим променем. Типова установка SATCOM на літаку може підтримувати канали передачі даних для «послуг пакетної передачі даних», а також голосові канали. На даний момент лінія передачі даних SATCOM використовується для зв'язку з управлінням повітряним рухом (ATM) як альтернатива VHF і HF. Повітряний супутниковий зв'язок суттєво приніс користь авіаційній промисловості та створив нові види споживчого повітряного обслуговування.



**РОЗДІЛ 3**  
**БОРТОВІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ЛІТАКА**  
**З МЕРЕЖОЮ ІНТЕРНЕТ**

**3.1. СПІЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДОСТУП В ІНТЕРНЕТ**

Оснащення повітряного судна обладнанням для доступу в Інтернет - це не просто додатковий сервіс для пасажирів, але і додаткові технічні можливості для отримання даних про політ в режимі реального часу, що, в кінцевому рахунку, робить перебування на борту більш комфортним. З розвитком технології «Інтернету речей» (IoT - Internet of Things) з'являється можливість відстежувати критичні дані за допомогою нових програмних рішень. В результаті такого нововведення авіаперевізники зможуть підвищити якість обслуговування, скоротити витрати за рахунок економії часу і оптимізувати процес прийняття рішень при аналізі великих обсягів даних.

Для пасажирів ж з'являються нові послуги на борту - починаючи від Інтернет-магазинів і систем онлайн-бронювання, закінчуючи інформацією про пункт призначення, інформацією про політ в режимі реального часу і зручною можливістю вести переписку з іншими пасажирами в салоні. Все це дає авіакомпаніям нові способи отримання доходу і розширює спектр пропонованих пасажирам послуг. Впровадження бездротових технологій веде до зниження експлуатаційних витрат - в кабіні відсутні зайві дроти, в результаті значно знижується маса повітряного судна та спрощується розгортання і техобслуговування

<i>Кафедра авіоніки</i>				<b>НАУ 21 144 82 000 ПЗ</b>			
<i>Виконав</i>	<i>Городнічук Б.О.</i>			<b>БОРТОВІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ЛІТАКА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Краснов В.М.</i>					37	13
<i>Консульт.</i>	<i>Краснов В.М.</i>				613.7.100107.01		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Левківський В.В.</i>						
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Павлова С. В.</i>						



Доступ в Інтернет на борту дозволяє авіакомпанії підвищити якість обслуговування клієнтів. З реалізацією цієї ідеї на борту літака з'являється бездротова мережа зв'язку, доступна для кожного пасажира і членів екіпажу: можна підключатися до бортового сервера за допомогою своїх ноутбуків, смартфонів або планшетних ПК. Бездротові платформи для повітряного транспорту стають все краще, і вже зараз існують економічно ефективні і прості рішення, які дають можливість забезпечити підключення до Wi-Fi в салоні літака. Авіакомпанії отримують нові джерела доходу, диференціюють свої послуги за ціною і розширюють лінійку продуктів для розваги пасажирів в польоті.

Ключове значення для еволюції IFE має простота організації мережі Wi-Fi. Для зниження витрат і вартості послуг, а також задоволення зростаючих очікувань пасажирів (так як вони очікують якості послуг не гірше ніж

«На землі») будуть потрібні нові рішення. Це досить складний процес. Повний цикл впровадження IFE може зайняти до двох років - сюди входить час, що витрачається на оцінку технологій, твердження з боку FAA / EASA / CAAC, STC, льотні випробування і безпосередньо впровадження на борт. Вихідні дані постійно змінюються, але застосування стандартних рішень і попередньо сертифікованих систем значно прискорює розгортання системи. Поєднавши роботу стандартних бездротових точок доступу і бортових серверів, авіакомпанії можуть швидко і економічно вигідно створити сучасну і високоефективну структуру бездротового IFE.

## ПІДТРИМКА КІЛЬКОХ КЛІЄНТІВ

Основним завданням є надання можливості всім пасажирам дивитися відео онлайн. Однак точки доступу стандартів 802.11a / b / g поки не в змозі підтримувати високу пропускну здатність для великої кількості користувачів. Теоретичні швидкості передачі для різних стандартів наведені в таблиці нижче. При цьому слід пам'ятати,

що фактичні швидкості передачі даних значно менше теоретичних стандартів (див. Дані про продуктивність).

## БОРТОВА МЕРЕЖА ETHERNET

Мережа Ethernet описується стандартами IEEE 802.3 (10 Мбіт / с) і 802.12 (100 Мбіт / с). Крім того, вже впроваджений так званий Gigabit Ethernet зі швидкістю передачі 1 Гбіт / с. Входить в пору зрілості мережу Ethernet зі швидкістю передачі 10 Гбіт / с. На неї розроблена специфікація (IEEE 802.3ae), вже була продемонстрована працює мережа загальною довжиною 200 км. Така швидкість передачі даних дозволяє використовувати Ethernet не тільки в якості мережевого інтерфейсу, але також всередині комп'ютерів для обміну даними між процесорами і іншими функціональними пристроями. Уже розроблені стандарти для комп'ютерів, побудованих за архітектурою CompactPCI (PICMG 2.16) і VME64x (VITA 31.1-2003), в яких Gigabit Ethernet використовується в якості інтерфейсу фізичного рівня.

Мережа Ethernet з'явилася в 1975 р і в даний час це найпопулярніша мережева архітектура. Класична мережу Ethernet використовує:

топологію «шина», «зірка» або «зірка-шина»; швидкість передачі 10 Мбіт / с або 100 Мбіт / с; немодульованих передачу;

множинний доступ з контролем несучої і виявленням колізій

(CSMA / CD).

Дані передаються кадрами. Кадр може мати довжину від 64 до 1518

байт, його зміст показано на рис.4.34.

пауза	преа	SO	прийм	джеро	дов	дані	CR
-------	------	----	-------	-------	-----	------	----

(12)	м- булу (7)	F (1)	ач (6)	ло (6)	жин а (2)	(Максимум 1500)	С (4)
------	-------------------	----------	-----------	-----------	-----------------	--------------------	----------

Рис.4.34. кадр Ethernet

Нового кадру передуює обов'язкова пауза тривалістю 12 байт. Передача кадру починається з преамбули (7 байт), яка служить для досягнення стійкої синхронізації, за нею йдуть ознака початку кадру SOF (Start Of Frame) - зумовлена комбінація біт (1 байт), адреса приймача (6 байт), адреса джерела (6 байт), довжина кадру (2 байта) і, нарешті, дані. Завершується кадр кодом CRC (4 байта) для перевірки помилок передачі.

Адреса приймача може вказувати відразу на групу пристроїв, для цієї мети зарезервованій перший біт адреси.

Поле довжини кадру може використовуватися і для іншої мети: якщо значення в цьому полі більше або дорівнює 1536, значить поле використовується для вказівки використовуваного протоколу мережевого рівня (IP / IPX).

Якщо кількість байт в кадрі менше, ніж потрібно для стійкого визначення колізії, поле даних штучно збільшується до необхідної величини за рахунок додавання кількох байт «наповнювача».

Вузли мережі, що здійснюють сеанс зв'язку, проводять автопереговори. Вони полягають у визначенні загальних для обох режимів роботи і виключення з їх взаємодії режимів, які хоча б один з них не підтримує. Із загальних режимів за певним пріоритетом вибирається один і потім вже починається власне передача інформації.

Ethernet розроблялася для комерційного застосування, тому в ній не приділяється уваги тому, чи дійшли дані до місця призначення. Передавач буде продовжувати передачу незалежно від того, чує його хто-небудь чи ні. При такому підході дані можуть пропасти. У військових і авіаційних додатках, де це неприйнятно, мережа Ethernet застосовується після незначних змін в протоколі передачі, що підвищують його детермінізм.

Технологія Ethernet дуже поширена, доступна велика кількість комерційних компонентів, які можуть бути застосовані на ЛА, якщо їх як слід захистити і сертифікувати.

В авіації вперше мережу Ethernet зі швидкістю передачі 10 Мбіт / с була застосована на літаку Boeing 777. Там мережа використовувалася тільки для передачі некритичних даних - в системі розваги пасажирів, на стоянці і т.п. На таку мережу згодом був випущений стандарт ARINC 646 Ethernet Local Area Network. До теперішнього часу роль Ethernet змінилася: мережа повинна стати головним інтерфейсом, що з'єднує всі компоненти, і комерційні, і авіаційні - від переносних комп'ютерів пасажирів до автопілота. На літаку Boeing 767-400ER фірма Rockwell Collins вперше застосувала Ethernet зі швидкістю передачі 10 Мбіт / с у відповідальній системі, що працює в режимі реального часу - в системі індикації. Ця система була успішно сертифікована як в США, так і в Європі. А на літаку A380 мережу Ethernet обрана в якості основного бортового інтерфейсу, вона з'єднає систему літаководіння, засоби індикації та сигналізації і інші компоненти БО. Створювана для A380 різновид Ethernet відома як AFDX (avionics full duplex switched network). У порівнянні зі стандартами IEEE вона матиме деякі відмінності, викликані вимогами безпеки і надійності, а також необхідністю гарантовано надати вузлів мережі можливість передавати інформацію в режимі

реального часу. В основному зміни торкнуться роботу перемикача (switch), який переправляє дані від блоку до блоку. У бортовій мережі він крім власне передачі буде:

- а) контролювати цілісність переданої інформації;
- б) обмежувати смугу пропускання для кожного конкретного передавача (тобто контролювати тривалість передачі);
- в) гарантувати передбачуваний, детермінований потік даних.

Інша відмінність AFDX від традиційної мережі Ethernet полягає в тому, що вона дубльована. Дубльовані і перемикачі. Також висуваються додаткові електричні вимоги до кабелю. Використовується повнодуплексний Ethernet і топологія «зірка», що дозволяє уникнути колізій і невизначеності, властивих методу доступу CSMA / CD. У протоколі IP велика частина функцій підтримуватися не буде, на транспортному рівні використовується протокол UDP, для контролю мережі - протокол SNMP, для завантаження файлів - TFTP.

Ethernet на A380 стане основою для архітектури інтегрованої модульної авіоніки. Деякі процесорні блоки будуть служити в якості розподіляються обчислювальних ресурсів і оброблятимуть дані багатьох додатків.

Зміна ролі Ethernet на борту ЛА викликало необхідність розробки нового стандарту - ARINC 664. Цей стандарт адаптує мережу Ethernet, відповідну специфікації IEEE 802.3, для застосування в бортових мережах передачі даних. Згодом ARINC 664 повинен замінити ARINC 646.

У порівнянні з існуючими зв'язками ARINC 429 застосування

Ethernet дає наступні переваги: збільшується пропускна здатність; підвищується гнучкість в архітектурі авіоніки; зменшується кількість проводів.

Збільшення пропускну здатності дозволить задовольнити всі зростаючі вимоги з боку бортових систем. Дані, якими обмінюються системи, більше не обмежуються окремими параметрами як швидкість і висота. Тепер це може бути рельєф пролітає ділянки місцевості, або схема аеродрому, або карта погоди. Авіація рухається від передачі даних, що вимагають низької пропускну здатності системи

зв'язку, до передачі інформації, обсяги якої вимірюються гігабайтами і вимагають тому високої пропускної здатності.

На існуючих ЛА, навіть в разі кабінетної конструкції авіоніки на Boeing 777, обчислювальні модулі тісно пов'язані спеціальною шиною передачі даних і тому повинні бути розміщені в одній оболонці або принаймні в обмеженому просторі. Це обмежує можливість розміщення обчислювальних ресурсів. З Ethernet такої проблеми немає: обчислювальні модулі, розташовані в різних кінцях літака, можуть спілкуватися точно так же, як якщо б вони перебували поруч. Крім того, з

Ethernet дані можна направляти туди, де вони потрібні і при цьому не потрібно вносити великих змін в конструкцію літака.

Незалежність від фізичної оболонки має і ще одна перевага - це дозволяє більш гнучко вибирати постачальників обладнання для літака. Коли обладнання укладено в один корпус, то і постачальник повинен бути один, а це не завжди зручно.

З безлічі різновидів Ethernet в якості бортової мережі передачі застосовуються тільки чотири: 10Base-T, 10Base-2, 100Base-TX, 100Base-FX. Інформація передається кодом «Манчестер II».

*10Base-T* використовує в якості середовища передачі кручену пару, швидкість передачі інформації 10 Мбіт / с, топологія «зірка-шина». Концентратор мережі виступає як багатопортовий повторювач. Кожен комп'ютер підключений до концентратора окремим кабелем, довжина кабелю може бути від 2,5 до 100 м (без використання повторювача), причому в кабелі дві пари проводів: одна на прийом, інша на передачу. Концентратори зазвичай з'єднуються між собою коаксіальним або оптоволоконним кабелем. Можливе об'єднання без концентратора - радіальні зв'язку за типом «кожен з кожним».

Мережа може бути дуплексної або полудуплексної, може обслуговувати до 1024 комп'ютерів. Оцінка цілісності зв'язків і середовища передачі виробляється посилкою спеціальних імпульсів.

*10Base-2* використовує в якості середовища передачі тонкий коаксіальний кабель. Швидкість передачі інформації 10 Мбіт / с. Має топологію «шина» або «кільце», використовуються T-образні BNC-конектори. Довжина сегмента кабелю від 0,5 до 185 м. На одному сегменті кабелю може бути до 30 вузлів - комп'ютерів і повторювачів. Всього може бути 5 сегментів (925 м), з них тільки до трьох передбачається підключення комп'ютерів, два інших служать для збільшення загальної довжини.

Засоби ізоляції несправних вузлів відсутні, за винятком таймера, вбудованого в передавач і примусово відключає передачу через певний час.

*100Base-TX* використовує в якості середовища передачі екрановані вити пари з двома парами проводів - окремо на прийом і на передачу. Швидкість передачі інформації 100 Мбіт / с. Має топологію «зірка-шина».

Мережа може бути дуплексної або полудуплексної. У полудуплексній мережі довжина кабелю обмежується часовими характеристиками і може бути до 100 м без повторювача. У дуплексній мережі цього обмеження немає.

Коли передачі немає, цілісність зв'язку перевіряється посилкою спеціального символу.

*100Base-FX* має ті ж характеристики, що й *100Base-TX*, за винятком:

- використовує в якості середовища передачі двожилийний оптоволоконний кабель;
- мережу дуплексная;
- обмежень по довжині кабелю, можна вважати, немає (50 км без повторювача).

Може бути 2 типу бортових мереж передачі даних: звичайні

(Compliant network) і профільовані (profiled network).

*звичайна мережа* повністю відповідає комерційної специфікації IEEE 802.3, використовує для передачі протоколи TCP / IP або UDP / IP, з наземними мережами зв'язується через звичайні канали зв'язку. За рівнем критичності програмного забезпечення, встановленого в DO- 178В, звичайні мережі відповідають вимогам для рівня D і нижче, тобто можуть використовуватися тільки для некритичних функцій, таких, як розвага пасажирів. Профільовані мережі, яких на ЛА може бути кілька, мають деякі відхилення від комерційної специфікації, що викликано їх авіаційним застосуванням. У середині однієї профільованої мережі забезпечується повна взаємодія між пристроями.

Профільовані мережі призначені для виконання критичних або суттєвих польотних функцій, тому вони підпорядковані жорстким авіаційним правилам і обов'язково повинні бути повністю контрольовані. Прикладом такої мережі може бути система індикації, системи управління польотом і т.п.

Звичайні і профільовані мережі, хоча вони і сертифікуються на різних рівнях, проте можуть з'єднуватися між собою. Однак, взаємодія між звичайною і профільованою мережею, а також між профільованими мережами з різними характеристиками не гарантовано без використання маршрутизаторів або шлюзів. При з'єднанні звичайної і профільованою мережі безпека забезпечується шляхом використання брандмауера, припиняють нерегламентований доступ до профільованої мережі (рис.4.35).

Брандмауер фільтрує проходить потік даних, керуючись такими правилами:

всередині профільованих мереж дозволяється проходження будь-яких пакетів;

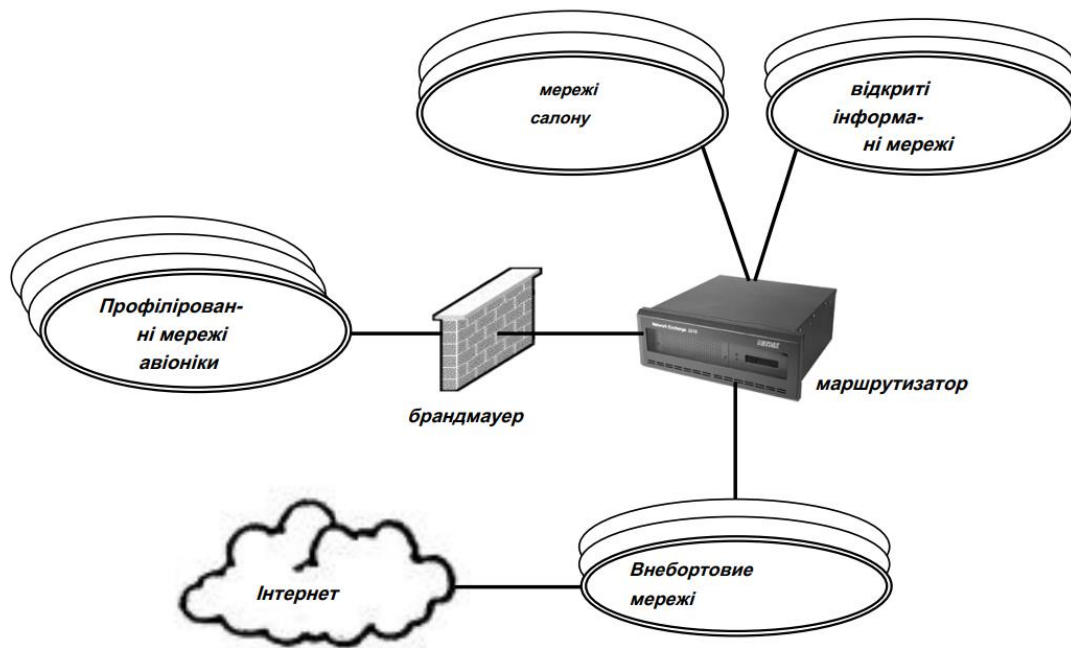
між профільованими мережами дозволяється проходження будь-яких пакетів, але для поділу мереж з метою безпеки може застосовуватися фільтрація;

вхідні пакети від звичайних бортових мереж пропускаються тільки якщо адреса джерела топологічно коректний, а адресою призначення є проксі-сервер всередині брандмауера;



вихідні пакети в звичайні бортові мережі пропускаються тільки якщо адреса приймача топологічно коректний, а адресою джерела є проксі-сервер всередині брандмауера;

вхідні / вихідні пакети від НЕ бортових джерел пропускаються тільки якщо вони відповідають встановленим правилам безпеки і відповідають зазначеним вище вимогам до вхідних / вихідних пакетів.



Ріс.4.35. Зв'язок бортових і внебортових мереж

Центральними пристроями в бортових мережах є маршрутизатори. На борту повинно бути, як мінімум, один такий пристрій. Через нього забезпечується з'єднання бортових мереж з внебортовими, в тому числі з бездротовою локальною мережею по ARINC 763 (через радіотелефонний, супутниковий або СВЧ канали зв'язку). Маршрутизатор взаємодіє з льотним екіпажем, наземним екіпажем, бортовими мережами і наземними мережами. Його головним завданням є забезпечення Internet-сервісів для екіпажу та пасажирів, включаючи електронну пошту, доступ до WWW, інформацію про погоду протягом польоту, розвага пасажирів. З бортовим обладнанням маршрутизатор здатний взаємодіяти з

бортовим інтерфейсів - ARINC 429, 629, 717, 746, MIL-STD-1553 і т.д. (Глава 7). Для трафіку повітря / земля маршрутизатор використовує який-небудь спосіб шифрування даних. Він здатний розрізняти адресу свого літака. Маршрутизатор може бути комерційним пристроєм (COTS), його програмне забезпечення може мати низький рівень критичності (рівень E по DO-178B).

Вузлами бортових мереж можуть бути термінали в кабіні пілотів, термінали в салоні, термінал техобслуговування, мережеві принтери, блоки бездротових локальних мереж, супутникові приймачі, звичайні телефонні апарати.

Для льотного персоналу бортова мережа забезпечує:

- доступ до польотної документації;
- електронний бортжурнал;
- польотні звіти, звіти по обслуговуванню;
- обчислення льотних характеристик;
- бази даних;
- графічне представлення погоди;
- навігаційні карти;
- карти контрольних перевірок,
- інструкції при виникненні небезпек;
- список необхідного обладнання на борту.

- для обслуговуючого персоналу (Бортпровідників) бортова мережа забезпечує:

- специфічні бази даних, в т.ч. по пасажирах;

- бортжурнал;
- звіти та інвентарні списки;
- карти предполітних / Передпосадкових операцій;
- електронну пошту;
- Інтранет / Інтернет;
- контроль якості обслуговування;
- підтвердження кредитних карток.

Для наземного обслуговуючого персоналу бортова мережа забезпечує:

- обробку даних від бортових систем;
- обробку даних про відмови, статистику техобслуговування;
- засоби пошуку та локалізації несправностей;
- електронні посібники з техобслуговування;
- електронний бортжурнал;
- підтримку портативних пристроїв техобслуговування;
- завантаження даних в бортові блоки (замість завантажувача ARINC 615);
- зберігання завантаженого в бортові блоки програмного забезпечення;
- запис даних;
- контроль стану системи.

## **4.2. ключове обладнання**

### **СЕРВЕР KONTRON ACE FLIGHT**

Вбудований сервер, який виступає в Як концентратора між бездротової мережею кабіни і дані переміщеннями і вимикатися літаком через антену.

### **ОБТІЧНИК**

Аеродинамічний корпус, який охоплює і захищає Satcom антена.

### **АНТЕНА**

Встановлений на зовнішню площину для передачі і прийому даних.

### **КАБИНА МЕРЕЖА**

Внутрішнє обладнання (наприклад, точки бездротового доступу, перетворювачі частоти радіо і т.д.), що створює мережу Wi-Fi в салоні.

### **4G АНТЕНА LTE**

Підключення по LTE - ще один варіант модифікації мережі, який авіакомпанії можуть використовувати, щоб підвищити якість інтернет зв'язку під час взльоту.

### **ПЕРЕДАВАЧ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Збуджувач сигналів та приймач сигналів з антени



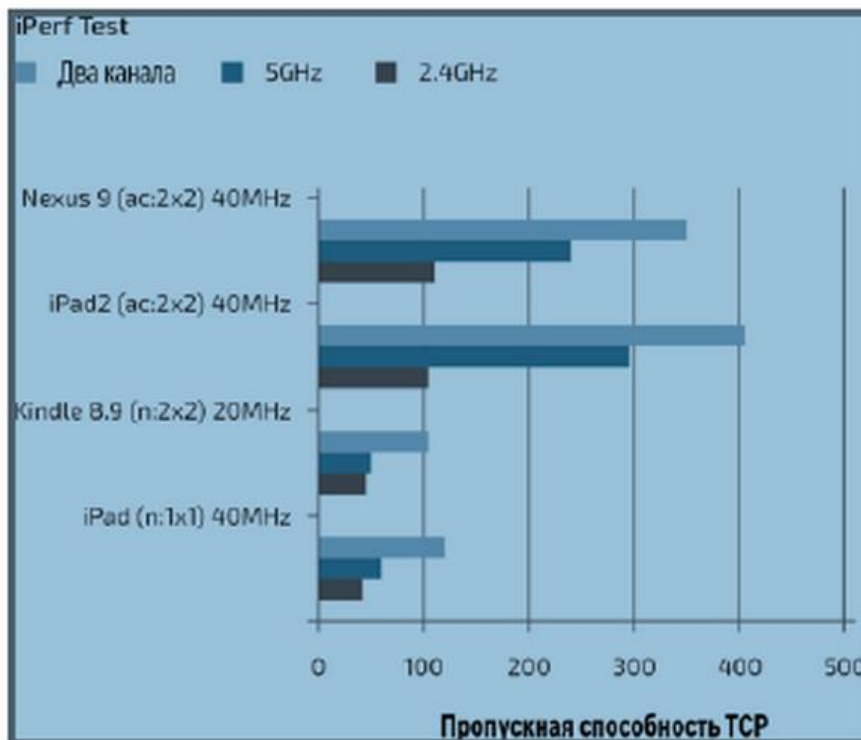
Рис.4.2.

### 4.3. перевірка пропускної здатності

Для отримання достовірних результатів тестування компанія Kontron створила лабораторію System Integration Lab (SIL), призначену для моделювання середовища на борту повітряного судна. Ця лабораторія дозволяє створювати контрольовану середу для отримання відтворюваних результатів, і з її допомогою можна відстежувати поліпшення продукту після кожного оновлення. Лабораторія також прекрасно підходить для клієнтів, дозволяючи їм тестувати свої програмні додатки і налаштування системи перед її установкою на борт повітряного судна.

Kontron регулярно тестує нові гаджети, планшетні ПК, смартфони, поновлення їх ПО. Це додає впевненості клієнтам Kontron в сучасному якості IFE-систем, настільки затребуване в динамічно мінливому світі авіоніки.

Результати тестування пропускної здатності з використанням 802.11ac SWAP представлені на рис. 2.



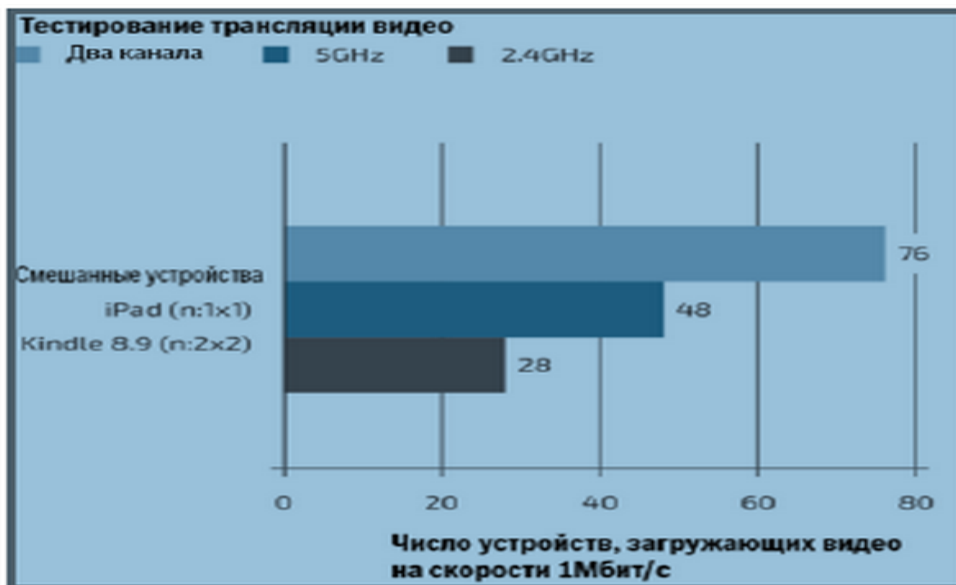
**Рис. 2.** Результати тестування пропускної здатності гаджетів з використанням 802.11ac SWAP

Даний тест виконувався за допомогою програми iPerf, використовуваної для визначення пропускної здатності по протоколу TCP. Kontron протестував кілька планшетів 802.11n і 802.11ac. Результати показують, що SWAP 802.11ac забезпечують в 4-5 разів більш високу пропускну здатність на частоті 5 ГГц при використанні планшета 802.11ac порівняно з 802.11n. Результати наведені для 20 МГц і 40 МГц; кращі результати можуть бути досягнуті на частоті 80 МГц при

роботі з клієнтським пристроєм 3x3 (ноутбуком), проте є обмеження на кількість встановлюваних точок доступу на борт повітряного судна.

### Перевірка відеотрансляції з клієнтами 802.11n

Kontron провів тест з пристроєм 802.11n, використовуючи Cab-n-Connect A100 для трансляції відео в форматі HD на швидкості 1 Мбіт / с (рис. 3)



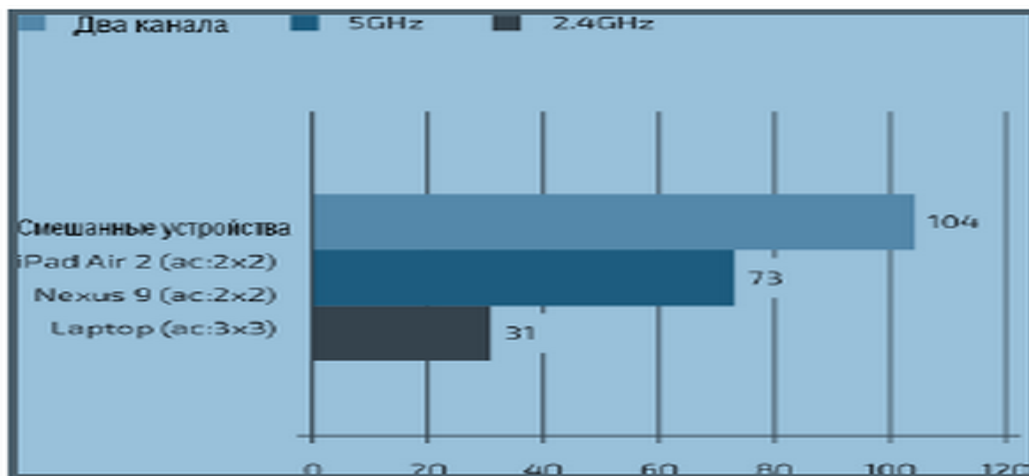
**Рис. 3.** Тестування трансляції відео на суміш клієнтських пристроїв стандарту 802.11n

Цей тест допоміг визначити максимальну кількість трансляцій відео, яке може підтримуватися однією точкою доступу Cab-n-Connect A100. Слід зазначити, що фактична швидкість передачі даних кожного потоку дорівнює 1,2 Мбіт / с, так як в передачу входять файли H.264. Результати показують, що система може підтримувати більше 75 клієнтських пристроїв стандарту 802.11n. Однак результати тестів сильно залежать від продуктивності клієнтського пристрою. Більш продуктивні пристрої дозволяють досягти кращих результатів (наприклад, пристрої 802.11n або ноутбуки 3x3). Щоб

результати були максимально наближені до реальності, Kontron відібрав найбільш часто використовувані планшетні ПК.

### Перевірка відеотрансляції з клієнтами 802.11ac

Тест пристроїв 802.11ac проводився в лабораторії SIL з використанням Cab-n-Connect A100 і трансляцією відео в форматі HD зі швидкістю 1 Мбіт / с. Як і в тесті пристроїв 802.11n, метою було визначити максимальну кількість трансляцій відео, яке може підтримуватися однією точкою доступу Cab-n-Connect A100. Слід зазначити, що фактична швидкість передачі даних кожного потоку дорівнює 1,2 Мбіт / с, так як в передачу входять також файли H.264.



**Рис. 4.** Тестування трансляції відео на суміш клієнтських пристроїв стандарту 802.11ac.

Результати даного тесту (рис. 4) показують, що Cab-n-Connect A100 підтримує більше 100 пристроїв стандарту 802.11ac. Однак результати тестів сильно залежать від продуктивності клієнтського пристрою. Більш продуктивні пристрої дозволяють досягти кращих результатів.



#### **4.4. Підвищення якості послуг за допомогою сумісності та адаптивності**

Слід зазначити, що Cab-n-Connect A100 має зворотну сумісність з більш ранніми стандартами 802.11 за рахунок використання двох радіоканалів. Точка доступу Cab-n-Connect A100 підтримує частоти 2,4 і 5,0 ГГц і сумісна зі стандартами 802.11 a / b / g / n, тим самим дозволяючи авіакомпаніям модернізувати вже існуючі рішення IFE. Версія 802.11ac забезпечує гнучкість, необхідну для роботи: може працювати як блок бездротової локальної мережі в кабіні повітряного судна (CWLU) або як термінальний блок бездротової локальної мережі (TWLU).

#### **4.5. Мережева безпека літака**

Для систем «Інтернету речей» безпека - одна з найважливіших проблем, і особливо це стосується мережі на борту повітряного судна. Є два основних аспекти безпеки, що вимагають уваги: безпека на борту повітряного судна та безпеку самої системи IFE.

#### **4.6. Безпека на борту повітряного судна**

Розгортається на борту повітряного судна система IFE зазвичай отримує сертифікат безпеки (Design Assurance Level - DAL) рівня E або D по посібникам FAA DO-254 (апаратне забезпечення) і DO-178 (програмне забезпечення). Рівень E присвоюється, коли несправності не впливають на безпеку повітряного судна, а рівень D присвоюється при наявності незначного впливу на безпеку. Таким чином, система IFE встановлюється і сертифікується так, що не контактує з іншими підсистемами повітряного судна. Це виключає будь-яку можливість шкоди обладнанню повітряного судна, до якого підключена система IFE. Наприклад, фізичне підключення до шини даних ARINC 429 може бути налаштоване в режим «тільки читання» для приймача, підключеного до сервера IFE. Це дозволяє отримувати дані про висоту і розташування повітряного судна і складати карту

польоту в режимі реального часу. В цьому випадку система IFE може тільки зчитувати дані і не може передавати команди або замінювати дані в підсистемі.

### **Безпека бездротової точки доступу IFE**

Інший аспект безпеки стосується самої системи IFE, так як будь-яка бездротова мережа може піддаватися мережевим атакам. Щоб захиститися від цього, Cab-n-Connect A100 SWAP має новітні засоби безпеки корпоративного рівня і побудована на базі операційної системи WiNG 5. Ця операційна система має надійну розподілену архітектуру, яка дозволяє поліпшити якість послуг, безпеку роботи точок доступу на повітряному судні. Система працює надійніше, і маршрутизація виконується ефективніше.

Система має інтелектуальний віртуальний контролер, який оптимізує роботу мережі для збереження якості потокового відео, одночасно забезпечуючи безпеку бездротової мережі літака і захищаючи її від несанкціонованого доступу. Брандмауер другого рівня на точках доступу являє собою додатковий рівень захисту даних при їх передачі. Точка доступу Cab-n-Connect A100 автоматично виявляє будь-які загрози мережі, починаючи від спроб злому і закінчуючи уразливими мережі.

Наприклад, вбудований засіб AirDefense Wireless Intrusion Detection and Protection (Виявлення та захист від мережеских проникнень) (WIPS) захищає мережу від атак. WIPS визначає MAC-адреса спуфинга, коли зломщик під час атаки прикидається авторизованим пристроєм. AirDefense WIPS виявляє повторні атаки і реагує, якщо кількість проникнень перевищує заданий поріг в межах деякого діапазону часу. Система також може генерувати сигнали тривоги або відправляти SNMP-пастки, попереджаючи системи управління про порушення безпеки.

Крім того, система може бути налаштована таким чином, щоб атакуючий пристрій заносилося в чорний список, і все що надходять від нього дані будуть

фільтрувати, доки пристрій не буде видалено зі списку. Також Cab-n-Connect A100 має функцію IP-фільтрації, перетворення мережевих адрес (NAT), управління доступом по порту, IPSec (шифрування пакетів точка точка по Ethernet), протокол безпеки AAA (RADIUS).

більше інтелекту

Kontron наділив Cab-n-Connect A100 неймовірними інтелектуальними можливостями. Кожна точка доступу має розподілену архітектуру і за рахунок цього автоматично вибирає оптимальний маршрут для всього трафіку. Функція SMART-RF інтегрована в ОС WiNG 5 і дозволяє точці доступу автоматично оптимально адаптуватися до змін в радіочастотній середовищі, підтримуючи продуктивність і усуваючи прогалини в мережевому покритті. Вона відчуває потенційні перешкоди від Wi-Fi і не-Wi-Fi джерел (наприклад, несправні антени або неполадки сусідніх точок доступу) і в міру необхідності автоматично регулює канали та їх потужності. Крім того, ОС WiNG 5 зміщує площину управління до країв. Це рішення зменшує перешкоди точок, регулює канали та їх потужності в залежності від поточних умов і вибирає оптимальні маршрути. В результаті передача відео і даних працює без збоїв, покриття стабільно, а перешкоди гасяться. SWAP рівномірно розподіляє клієнтів по точках доступу і смугах частот для досягнення максимальної загальної продуктивності мережі для всіх користувачів.

Такий підхід дозволяє піти від прив'язки клієнта до точок доступу і підвищує загальну продуктивність мережі. Функція Roaming Assistance забезпечує безшовне з'єднання клієнтів і покращує загальну продуктивність мережі. Функція 802.11 Fast Roaming дозволяє швидше переключати клієнтів між точками доступу. Крім цих удосконалень, для оптимізації каналу використовуються модифіковані способи формування діаграми спрямованості передачі даних між точкою доступу і клієнтським пристроєм, що підвищує швидкість передачі даних. Клієнтські пристрої працюють швидше і економлять заряд батареї, що, безсумнівно, підвищує

якість обслуговування. Всі перераховані особливості дозволяють збільшити повноту використання смуги пропускання, транслювати відео в форматі HD і передавати інші дані пасажиром повітряного судна.

#### **4.7.LTE як засіб модернізації мережі**

Підключення по LTE - ще один варіант модифікації мережі, який авіакомпанії можуть використовувати, щоб порадувати пасажирів і підвищити якість послуг. Пристрій ACE Flight 4600 сімейства Kontron ACE Flight Server оптимізовано для роботи з носіями і має 4G / LTE-модем для підключення до мережі, коли повітряне судно знаходиться на землі. Крім того, в лінійці ACE Flight Server є компактні системи для роботи в якості багатофункціонального завантажувача даних через 4G / LTE, включаючи засоби управління збереженим контентом і контролер IFE. Така система, опціонально обладнана Wi-Fi, може забезпечити максимальну кількість сценаріїв завантаження даних. В результаті авіакомпанії отримують широкий вибір безпечних варіантів завантаження таких даних, як фільми, музика, електронні книги, ігри та багато іншого. Екіпаж і обслуговуючий персонал на землі може отримувати дані про політ. Система підтримує до чотирьох наземних модемів 4G / LTE, які можуть бути об'єднані для забезпечення високої пропускної здатності. У цій конфігурації стає можливим швидко здійснювати оновлення, коли повітряне судно знаходиться в ангарі. В середньому (плюс-мінус відхилення, пов'язані з завантаженням мережі і підключенням), менш ніж за 30 хвилин можна завантажити близько 10 Гбайт даних, якщо на все 4 модему буде встановлена швидкість 40 Мбіт / с. Після підключення до мережі система автоматично координує завантаження даних на бортовий сервер через GbE. Ця гнучка система має опціональну можливість роботи через Wi-Fi для завантаження даних в якості терміналу (TDL) або бездротового з'єднання з іншими пристроями. Система підтримує до чотирьох наземних модемів 4G / LTE, які можуть бути об'єднані для забезпечення високої пропускної здатності. У цій конфігурації стає можливим швидко здійснювати оновлення, коли повітряне судно знаходиться в ангарі. В середньому (плюс-мінус



гнучка система має опціональну можливість роботи через Wi-Fi для завантаження даних в якості терміналу (TDL) або бездротового з'єднання з іншими пристроями. Після підключення до мережі система автоматично координує завантаження даних на бортовий сервер через GbE. Ця гнучка система має опціональну можливість роботи через Wi-Fi для завантаження даних в якості терміналу (TDL) або бездротового з'єднання з іншими пристроями. Після підключення до мережі система автоматично координує завантаження даних на бортовий сервер через GbE. Ця гнучка система має опціональну можливість роботи через Wi-Fi для завантаження даних в якості терміналу (TDL) або бездротового з'єднання з іншими пристроями.

#### **4.8. Забезпечення стабільної і надійної роботи**

Розробка оптимальної бездротової системи IFE - завдання непросте, що вимагає всебічного розуміння роботи бездротових мереж, радіопередачі, конструкції обладнання і роботи повітряних суден. Сімейство пристроїв ACE Flight - це готові рішення для організації високошвидкісних мереж за рахунок інтеграції технологій і функціональності, що забезпечують надійну продуктивність. Завдяки герметичній конструкції з природним охолодженням система сертифікована за стандартом DO-160G і виконана у формфакторі ARINC 600 для авіаційного радіоелектронного обладнання (рис. 5).



**Рис. 5.** Сервер Kontron ACE Flight 4600 має двоярусний процесор Intel Core 17 1,5 ГГц, 16 Байт DDR3 і до 1,8 Тбайт SSD. Система відповідає сучасним вимогам до продуктивності, програмного забезпечення і доступу до даних. Створена спеціально для роботи в літаку, формфактор ARINC 600 4MCU, 6 RX-каналів ARINC 429 і вбудований модем. Система енергоефективна, легка, герметична і має природне охолодження.

Сервер ACE Flight 4600 також вдосконалено завдяки зберіганню даних на SSD-носії об'ємом кілька терабайт, новітнім процесорам Intel, а також засобам для розробки програмного забезпечення (SDK - Software Development Kits), які відповідають сучасним зростаючим вимогам і допомагають прискорити процес розробки. Платформа може керувати веб-серверами для екіпажу та пасажирів, працювати з додатками для авіоніки, такими як додатки для льотного техобслуговування, сервери з'єднань, сервери бездротового контенту і IFE-сервери.

Будь то IFE-системи в нових або в модернізованих літаках, сервер ACE Flight 4600 фірми Kontron прекрасно ілюструє, як авіаційні сервери загального призначення перетворилися в один з основних компонентів сучасних систем IFE. ACE Flight Server вбудовується в системи безпечного зв'язку для організації мереж

Ethernet з високою швидкістю передачі даних для завантаження відео або інших типів потокових даних. Масштабна відкрита архітектура системи забезпечує чудову гнучкість і оптимізацію послуг, що надаються. Сервер має вбудований керований комутатор Ethernet Gigabit L2 / L3, а в поєднанні з бездротовою точкою доступу розробники системи IFE можуть створити мережу корпоративного класу, перевірену і схвалену FAA (PMA).



**Рис. 6.** Високий рівень інтеграції від Kontron (керований комутатор і розширюване сховище) дозволяє розробляти потужні системи IFE, орієнтовані на сервіси. Бездротові рішення Kontron для цивільної авіації - це економічно вигідний інструмент, що дозволяє авіакомпаніям розширити спектр пропонованих послуг і отримувати додаткові доходи.

Стандартизовані системи Kontron вже довели свою ефективність в створенні надійних бездротових мереж і кращу в своєму класі продуктивність при роботі з мультимедійним контентом. Ці системи дозволяють знизити витрати і спростити процедуру розгортання, відповідають жорстким вимогам даної галузі за

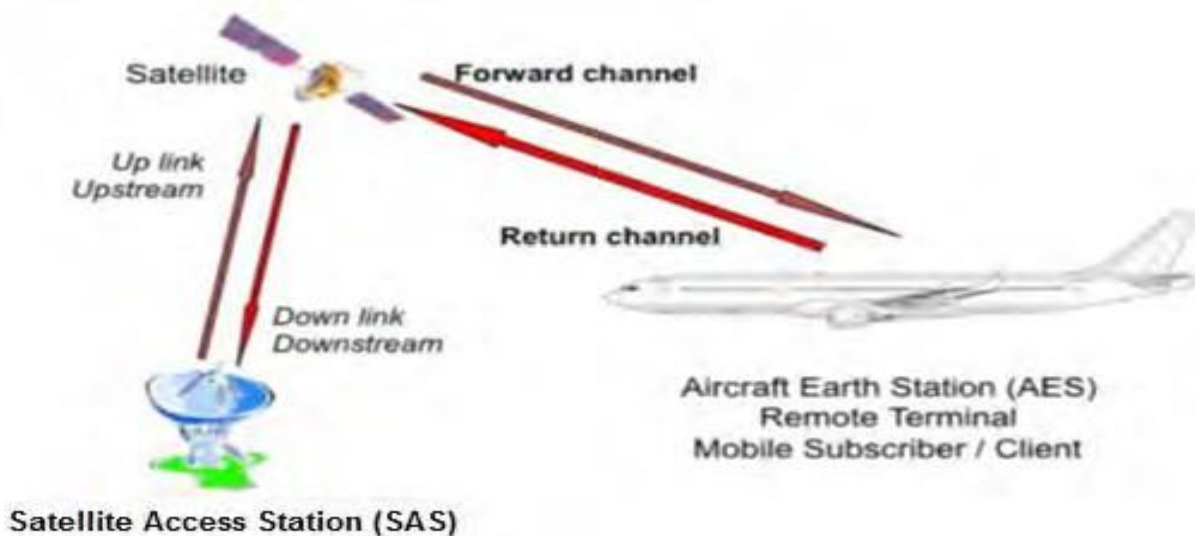


габаритами, вагою і енергоспоживанням. Як провідний розробник інноваційних технологій для аерокосмічної промисловості Kontron використовує свій досвід для виведення економічно ефективних систем розваги і зв'язку на якісно новий рівень з метою їх застосування в комерційній та бізнес-авіації для вирішення завдань з управління безпекою польотів та забезпечення комфорту екіпажу та пасажирів

#### 4.9.АНТЕНА ОПИС І РОБОТА

##### Загальна архітектура системи Jetwave™

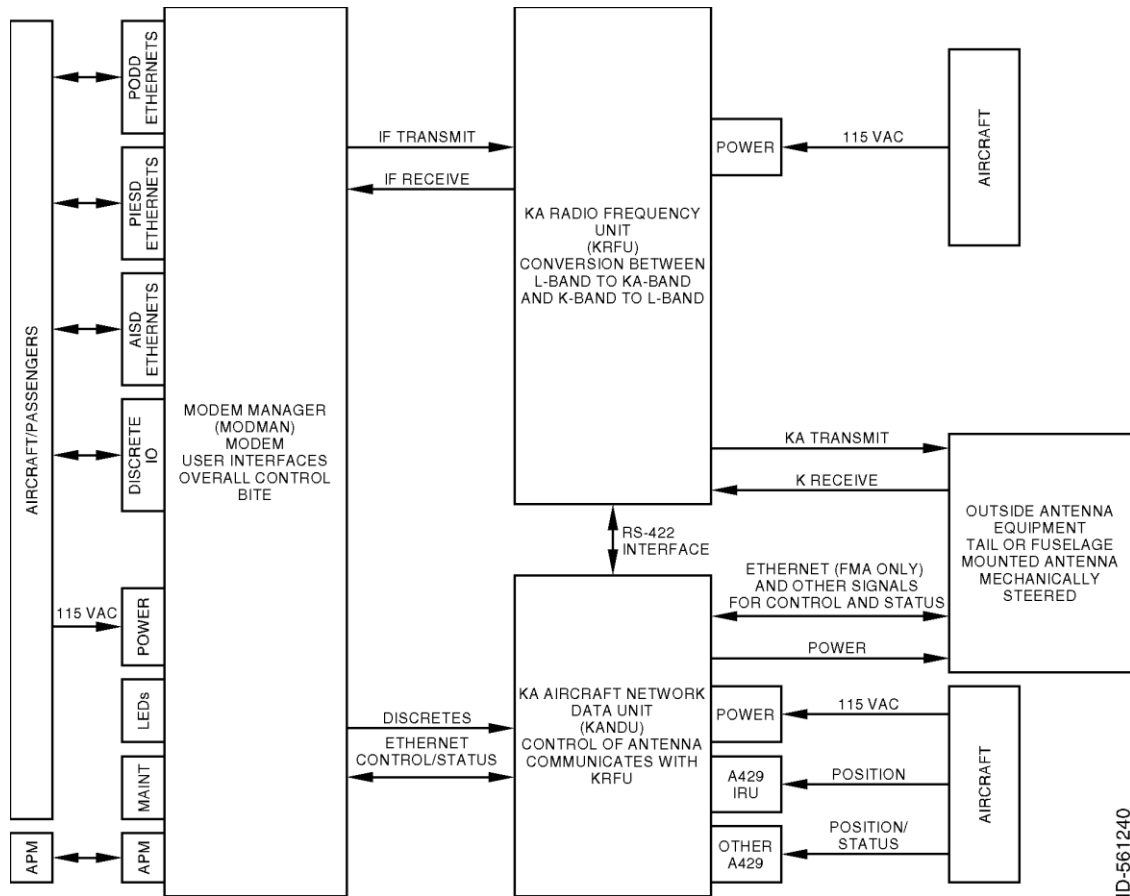
Система постачання Jetwave™ SATCOM лінія зв'язку широкопasmового доступу, які можуть бути використані для надання даних, відео та голосового зв'язку для пасажирів комунікацій і розваг. AES взаємодіє з SAS через супутник, як показано на малюнку 1-1.



Малюнок 1-1. Ка-діапазон система

Modem надається в межах AES, щоб включити двосторонній зв'язок. Прямий канал забезпечує комунікаційний канал від SAS до AES. Зворотний канал забезпечує комунікаційний канал з AES в SAS. AES приймає в прямому каналі в К-діапазоні, і передає в Ка-діапазоні. Система AES забезпечує зв'язок

даних між RF літака і обслуговування супутника. Система AES включає в себе антену, яка управляється в напрямку обслуговуючого супутника за допомогою механічних засобів. <sup>TM</sup> Частотний діапазон роботи системи Jetwave становить від 29 до 30 ГГц (TX, Ka-діапазону) і 19,2 до 20,2 ГГц (RX, K-діапазону)



Малюнок 1-2. Jetwave <sup>TM</sup> Блок-схема системи

## Режим Power On

Кожен LRU переходить в режим При включенні харчування при подачі живлення. передачі РЧ відключена в цьому режимі. В цьому режимі Modman робить POST і інші інвазивні тести. Якщо ніяких збоїв не виявлено, то система переходить в режим ініціалізації системи.

ПРИМІТКА: SNMP і безперервне ВІТЕ не доступні в будь-який час в цьому режимі.

### **Режим ініціалізації системи**

У режимі ініціалізації системи, то Modman починається безперервний ВІТЕ, доступ до системи, а також послуги SNMP. Modman намагається встановити зв'язок з Kandu і ОАЕ. Передачі РЧ відключена в цьому режимі. У той час як в режимі ініціалізації системи, то RS422, Сигнал та інтерфейси Ethernet доступні і активні на всіх Jetwave™ LRUs які харчування. У Modman, при включенні харчування, блок живлення для АРМ є на роз'ємі Modman P23В. При подачі живлення на Канде LRU, потужність антени потужності і ЙДУТЬ доступна на розеточной J2 Канда. Зверніться до діючих схем приєднання до електричних специфікаціям цих інтерфейсів. Там немає очікування для ініціалізації системи з моменту Modman, в KRFU, і Kandu LRUs (якої влада ОПЕ) харчується незалежно від джерела живлення літака. Після того, як зв'язок з іншим LRUs встановлена, параметри укусу інших LRUs витягуються і більш широка система тестування виконуються. Тестування широкої системи включає в себе перевірку сумісності обладнання,

### **Режим роботи Нормальний**

У робочому режимі Normal, передача РЧ включена і встановлення супутникового зв'язку ініціюється за умови дотримання системи, що відповідає наступні умови - повітряне судно знаходиться в повітрі, не існує географічне обмеження, а антена має пряму видимість супутника. Наземна операція можлива, якщо GTE затверджується і нормативні умови не обмежують його. користувач Трафік може бути запущений після того, як антена правильно наведена на супутник і кінцеві замки на супутнику для забезпечення зв'язку. Система дозволяє використовувати всі підтримувані сервіси, такі як безперервний ВІТЕ, SNMP, системи доступу, призначені для користувача сервіси і т.д. в цьому

режимі. Система переходить в режим Normal Operating приблизно через 5 хвилин після безперервної подачі живлення до останнього LRU.

### **Режим Critical Fault**

Система переходить в режим критичної несправності, коли будь-який LRU повідомляє критичну помилку, яка не може бути залучена і буде впливати на супутниковий зв'язок. Радіопередача приглушена і призначені для користувача послуги відключені. Система може підтримувати мінімальні послуги, такі як SNMP, безперервний VITE, системи доступу тощо в цьому режимі.

### **Режим завантаження даних**

Система переходить в режим навантаження даних, коли повітряне судно знаходиться на землі і місцевої дискретної завантаження даних на Modman затверджується. SNMP, системи доступу та безперервні послуги VITE можуть не підтримуватися в режимі завантаження даних. Передачі РЧ відключений в режимі завантаження даних. Modman забезпечує завантаження даних ARINC 615A Ethernet до себе і інших LRUs через свій власний інтерфейс в режимі завантаження даних. Крім того, окремо LRUs забезпечує Арінком 615A завантаження даних за допомогою своїх налаштованих портів. ААЯ і KRFU не підтримують Арінком 615A завантаження даних окремо і даних, завантажених через Modman і Kandu, відповідно. Система може вийти з режиму навантаження даних, коли локальна навантаження дискретних даних затверджуються.

### **режим Задана**

Система також забезпечує Задана режим роботи, який може бути ініційований через SNMP, коли повітряне судно знаходиться на землі. Цей режим забезпечує доступ до призначених для користувача ініційованим тестів для системи тестування,

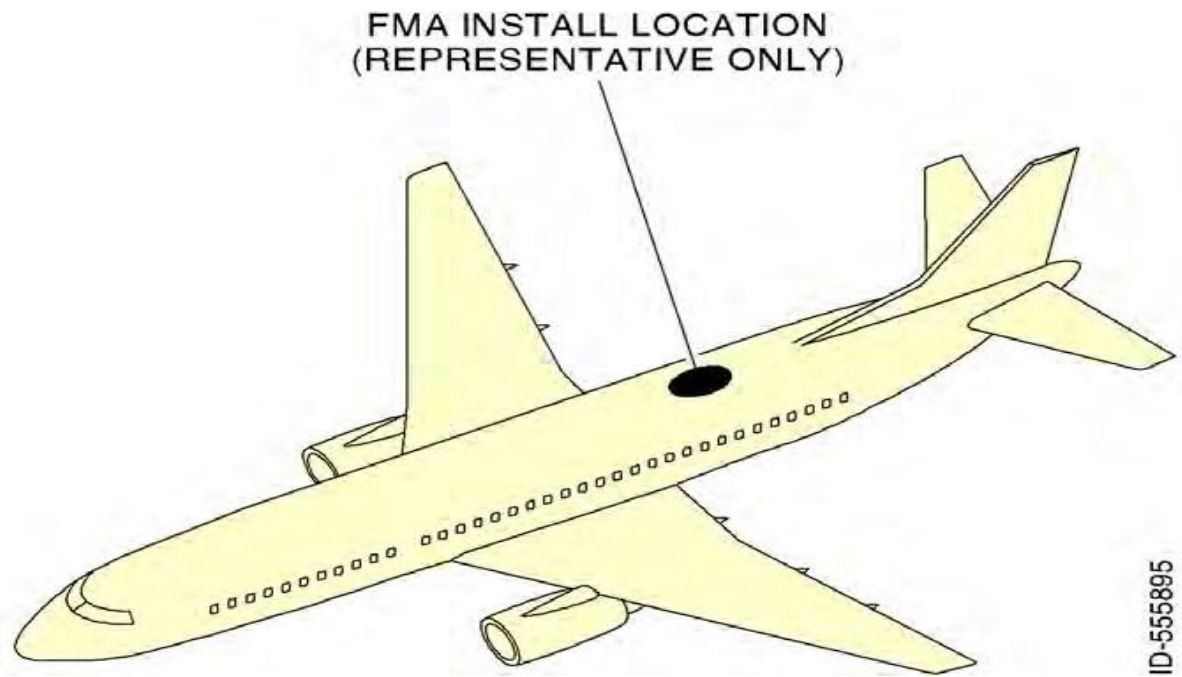
наприклад, ручного налаштування антени, ініціюючи автоматичну юстировку антени, калібрування кабелю передачі, ручне наведення антени на певне місце і т.д.

## **Про Inmarsat Послуги**

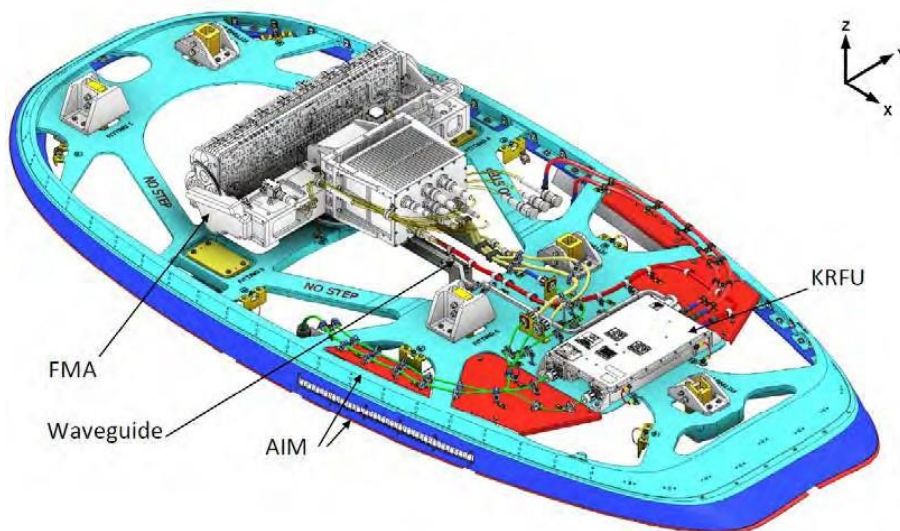
Система Jetwave <sup>TM</sup> складається з парку Ka-діапазону широкосмугового супутникового мережі від Inmarsat. Inmarsat-5 (I-5) геостаціонарні супутники мають високу потужність Ka-діапазон Steerable і фіксована точка пучків, що пропозиція глобальних послуг в польоті підключення до бізнес, комерційні та державного авіаційним клієнтам по всьому світу.

Jetwave <sup>TM</sup> AES забезпечує Ka-діапазону зв'язку з використанням бортової VSAT. AES здійснює зв'язок через супутник до SAS. Інтерфейс передавача і приймача за умови, всередині AES забезпечує двосторонній зв'язок. Прямий канал забезпечує комунікаційний канал від SAS до AES. Зворотний канал забезпечує комунікаційний канал з AES в SAS.

У Jetwave <sup>TM</sup> система не може бути розміщена на землі або в повітрі в певних географічних районах. Деякі країни не дозволяють доступ до цієї служби в своєму повітряному просторі. Наявність послуг може буде залежати від країни, в якій повітряне судно зареєстровано с. Оператори повітряних суден можуть підійти відповідні реселлери / Distribution Partners для отримання більш докладної інформації, де Jetwave <sup>TM</sup> послуги не доступні.



Малюнок 2-9. FMA місце установки



Малюнок 2-18. А791 Based Асамблея АІМ з FMA і KRFU розміщення на повітряному судні



**РОЗДІЛ 4**  
**ОХОРОНА ПРАЦІ**

**3.1 Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів при технічній експлуатації бортової обчислювальної машини**

*Охорона праці* – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних або лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

При проектуванні та розробці будь-якого об'єкта або технічного процесу необхідно проводити аналіз його виробничої безпеки. На основі такого аналізу виробляються вимоги безпеки, виконання яких зводить до мінімуму ймовірність травми або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці, вибираються й розраховуються засоби захисту працюючих і навколишнього середовища від небезпечних і шкідливих факторів, що діють у виробничому середовищі.

До небезпечних та шкідливих факторів при роботі з бортовою обчислювальною машиною відносять:

- підвищений рівень шуму при роботі обладнання;
- високочастотне електромагнітне випромінювання, яке виникає внаслідок функціонування процесорного блоку;
- можливість підвищеної запиленості робочої зони;
- небезпека враження електричним струмом
- зміна мікроклімату й тепловиділення.

<i>Кафедра авіоніки</i>				<b>НАУ 21 144 82 000 ПЗ</b>						
<i>Виконав</i>	<i>Городнічук Б.О.</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Керівник</i>	<i>Краснов В.М.</i>								50	21
<i>Консульт.</i>	<i>Краснов В.М.</i>						613. 7.100107.01			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Левківський В.В.</i>									
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Павлова С. В.</i>									



Електричний струм - це впорядковане (спрямоване) переміщення електрично заряджених частинок.

Електричний струм, що протікає через тіло людини, викликає перетворення електричної енергії в інші види, викликаючи теплові, електролітичні та біологічні ефекти. Вплив тепла полягає в тому, що струм проходить через тіло людини і нагріває його, як і будь-який провідник, через який він проходить. Електролітичний ефект полягає в тому, що електричний струм має властивість розщеплювати кислоти, лужні та інші провідні рідкі розчини на частини. Біологічна дія електричного струму полягає в тому, що під час його проходження живі тканини тіла дратуються і збуджуються, а внутрішні біологічні процеси перериваються.

Електричний удар може статися при торканні дротів під напругою або панелей приладів, які знеструмлені. Наслідки ураження електричним струмом залежать від ряду факторів, які описані в розділі на малюнку показано 6.1.

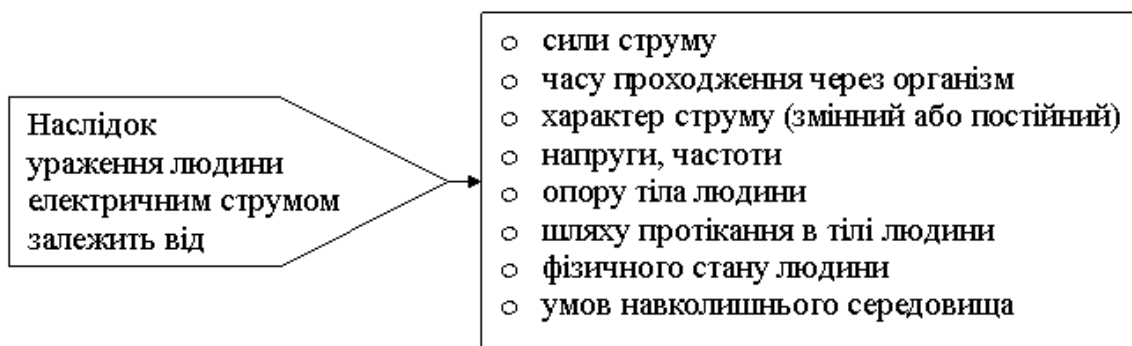


Рис.4.1. Фактори, від яких залежить наслідок ураження людини електричним струмом

Електричні прилади, обладнання, обладнання, з якими стикається людина, становлять для неї велику небезпеку, ускладнену нездатністю людських почуттів визначати відстань електричної напруги, такої як теплова, світлова або механічна енергія. Тому захисна реакція організму проявляється лише після прямого впливу електричного струму. Друга характеристика електричного струму людського тіла полягає в тому, що струм, що проходить через тіло, впливає не тільки на точки дотику і шлях через тіло, а й викликає рефлекторні порушення в нормальному функціонуванні певних органів (серцево-судинна система, дихальна система).

Третя особливість - можливість ураження електричним струмом без безпосереднього контакту з частинами, що знаходяться під напругою - якщо ви рухаєтесь по землі поблизу пошкодженого електрообладнання (у випадку замикання на землю), це може бути пошкоджено електричною дугою.

Розрізняють три ступені впливу струму при проходженні через організм людини (змінний струм):

- відчутний струм – початок болісних відчуттів (до 0-1,5 мА);
- невідпускний струм – судоми і біль, важке дихання (10-15 мА);
- фібриляційний струм – фібриляція серця при тривалості дії струму 2-3 с, параліч дихання (90-100 мА).

Змінний струм небезпечніший за постійний. При струмі 20-25 мА пальці судомно стискають предмет у руці, який знаходився під напругою, м'язи передпліччя були паралізовані, і не можна позбутися струму. У багатьох паралізовані голосові зв'язки: вони не можуть покликати допомогу.

Шум - це коливання звукової хвилі в звуковому діапазоні, що характеризується різною частотою та амплітудою, не в постійний час, і яке не несе корисної інформації для людини.

Електромагнітний шум виникає при взаємодії феромагнітних мас і змінних магнітних полів. Цей шум характерний для обладнання із електроприводом. Зниження шуму електромагнітного походження досягається шляхом конструктивних змін в електричних машинах.

- **4.2. Технічні засоби, що виключають або обмежують дію на технічний персонал небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації бортової обчислювальної машини**

Згідно з ДСТУ 12.1.029-80 існують такі способи боротьби з шумом механічного походження та вібрацією:

- зменшення шуму та вібрації безпосередньо в джерелах їх виникнення, шляхом застосування обладнання, що не утворює шуму, замінюють ударні технологічні процеси безударними, застосовують деталі із матеріалів з високим коефіцієнтом внутрішнього тертя (пластмаса, гума, деревина та ін), підшипники ковзання замість кочення, проводять своєчасне обслуговування та ремонт елементів, що створюють шум;

- зменшення шуму та вібрації на шляхах їх розповсюдження заходами звуко- та віброізоляції, а також вібро- та звукопоглинання;

- зменшення шкідливої дії шуму та вібрації, шляхом застосування індивідуальних засобів захисту та запровадженням раціональних режимів праці та відпочинку.

Одним з найпростіших та економічно вигідних способів зменшити шум є використання звукоізоляції та методів звукопоглинання. Звукоізоляційні покриття, парасольки, стіни, мембрани виготовляються з щільних твердих матеріалів, які можуть запобігти поширенню звукових хвиль (метал, пластик, бетон, цегла).

Вибір того чи іншого методу захисту від електромагнітного випромінювання залежить від діапазону робочих частот, характеру виконуваної роботи, інтенсивності та щільності потоку енергії ЕРС та ступеня необхідного захисту.

Допустимі рівні ЕМП на робочих місцях при роботі з джерелами електромагнітних випромінювань встановлюються відповідно до вимог ДСТУ 12.1.006-84.

До заходів щодо зменшення впливу на працівників ЕМП належать:

- організаційні;
- інженерно-технічні;
- лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи проводяться органами інспекції охорони здоров'я. Установи, що використовують джерела електромагнітного випромінювання, підлягають нагляду за станом здоров'я. Інженерні заходи включають розташування електромагнітних джерел світла, які мінімізували б їх вплив на працівників, використання дистанційного управління обладнанням, яке є джерелом, екранування джерел випромінювання, використання засобів індивідуального захисту (одягу, спецодягу, металевої тканини тощо). вихід на заземлювач). Для захисту очей бажано носити спеціальні захисні окуляри ZP5-90. Скло окулярів покрите напівпровідниковою оловом, яка при передачі зменшує інтенсивність електромагнітної енергії щонайменше на 75%.

Засоби індивідуального захисту зазвичай слід застосовувати лише тоді, коли інші засоби захисту неможливі або неефективні: при проходженні через зони інтенсивного опромінювання, під час аварійних ремонтних та налагоджувальних робіт, під час короточасних перевірок та при зміні інтенсивності випромінювання. Такі пристрої незручні під час роботи, обмежують можливість виконання робочих операцій та погіршують гігієнічні умови.

Безпека при роботі з електроустановками регламентується згідно з ДСТУ 12.1.038-82.

Правила електробезпеки визначають два види заходів, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках:

- 1) організаційні заходи;
- 2) технічні заходи і засоби захисту.

До організаційних заходів належать:

а) вимоги до персоналу:

- для виконання робіт співпрацівник персоналу повинен бути віком не менше 18;
- робітники мають бути здорові, не мати хвороб і пошкоджень, що

заважає роботі (медичні заклади мають перелік хвороб, при яких не можна працювати);

– персонал повинен мати гідний рівень кваліфікації та навчання, що свідчить про рівень знань у галузі правил експлуатації електроустаткування і техніки безпеки;

б) усі види робіт виконуються за нарядом, але лише для окремої частини персоналу дозволяється виконання робіт з усного розпорядження із записом у спеціальному журналі.

До технічних заходів належать:

- відключення місця роботи, тобто струмопровідних частин або устаткування, на яких будуть виконуватися ремонтні роботи або роботи з налагодження;
- встановлення попереджувальних, забороняючих плакатів і огорожень місця роботи;
- перевірка відсутності напруги;
- накладення переносних захисних заземлень на відключені струмопровідні частини з усіх боків, звідки може надходити напруга.

Більшість нещасних випадків на виробництві пов'язані з недотриманням організаційних заходів.

Майте на увазі, що однією з характеристик електричної небезпеки є те, що струмоведучі частини обладнання часто перебувають у нерухомому стані, не мають високих температур, мають видиме випромінювання тощо. Тому людські аналізатори не реєструють фактичної небезпеки.

Загальні вимоги здоров'я та гігієни до повітря у робочому середовищі зазначені в ДСТУ 12.1.005-88. Цей стандарт визначає загальні санітарно-гігієнічні стандарти щодо показників мікроклімату та допустимого вмісту шкідливих

речовин у повітрі робочої зони. Система вентиляції використовується для захисту повітря та атмосфери від підвищеного пилу.

Визначимо кількість заземлювачів і довжину з'єднувальної смуги контурного заземлюючого обладнання на стоянці літаків для захисту від статичної електрики. Опір контуру  $R_i \leq 100$  Ом. Одиничний заземлювач – сталевий куток, полка  $b = 40$  мм, довжина  $l = 2,5$  м. Глибина закладення  $H_{\text{вуг}} = 2,5$  м (грунт – пісок). Відстань між вуголками  $a = 2,0$  м (відношення

$\frac{a}{l} = 0,8$ ). Кутки з'єднані сталеву смугою  $40 \times 40$  мм, за допомогою зварювання.

Прийmemo  $d = 0,95b$ ,  $\rho = 7 \cdot 10^2$  Ом.

Опір одиничного заземлювача зі сталевого кутка буде дорівнювати:

$$= 102,48 \left( \lg 131,6 + \frac{1}{2} \lg 1,67 \right) = 102,48$$

$$= 228 \text{ Ом.}$$

Орієнтовно прийmemo кількість забитих кутків  $n = 3$  шт, і визначимо довжину з'єднувальної смуги:

$$l_1 = na = 3 \cdot 2,0 = 6 \text{ м.}$$

Отримане значення опору контурного заземлюючого обладнання менше нормуючого. Тому прийmemo кількість заземлювачів  $n = 3$ , а довжину смуги  $l = 6$  м.

#### ▪ 4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при технічній експлуатації бортової обчислювальної машини

Згідно ДСТУ 12.1.004-91, пожежна безпека – це стан об'єкту, при якому із встановленою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі, а у випадку її виникнення, запобігається вплив на людей небезпечних факторів пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей, вибухобезпека – стан виробничого процесу, при якому виключається можливість вибуху або у

випадку його виникнення, запобігається вплив на людей небезпечних і шкідливих факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей (ДСТУ 12.1.010-76).

Горіння - це екзотермічна, окисна реакція речовини з виділенням диму та появою полум'я та світіння. Для горіння потрібні горючі матеріали, окислювач та джерело займання. Існує два типи горіння: повне - з достатньою кількістю окислювача і неповне - без окислювача.

Розрізняють такі різновиди горіння: вибух, детонація, спалах, займання, спалахування, самозаймання та самоспалахування, тління.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків.

Загальну схему попередження пожежі на діючих об'єктах показано на рис.6.2:

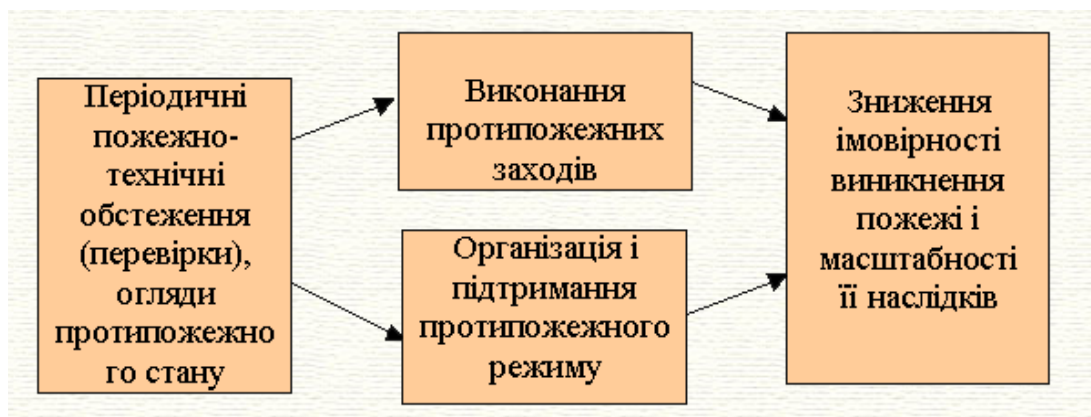


Рис.4.2. Схема заходів для попередження пожежі

Відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні основними організаційними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є:

- встановлення на кожному підприємстві (установі, організації) відповідного протипожежного режиму;
- розробка планів (схем) евакуації людей на випадок пожежі;
- встановлення порядку (системи) оповіщення людей про пожежу, ознайомлення з ним всіх працюючих;

- визначення категорій будівель та приміщень за вибухонебезпечною та пожежною небезпекою відповідно до вимог чинних нормативних документів, встановлення класів зон за Правилами улаштування електроустановок.

Обмеження поширення пожежі за межі її осередку забезпечується:

- улаштуванням протипожежних перешкод;
- використанням вогнеперешкоджуючих пристроїв в устаткуванні;
- встановленням гранично допустимих за техніко-економічними розрахунками площ протипожежних відсіків та секцій, а також поверховості будівель та споруд;
- улаштуванням аварійного відключення та перемикання установок та комунікацій;
- локалізацією пожежі вогнегасними речовинами, автоматичними установками пожежогасіння, а також шляхом утворення розривів горючого середовища випалюванням, вибуховими речовинами, розбиранням (видаленням) горючого матеріалу.

Бортова обчислювальна машина може стати джерелом пожежі при несправності струмоведучих частин. У сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти. При цьому можливе плавлення ізоляції. Для відведення надлишкової теплоти від ЕОМ служать системи вентиляції та кондиціонування повітря. При постійній дії ці системи представляють собою додаткову пожежну небезпеку.

Найбільш частіші причини пожежі:

- перегрівання проводів;
- коротке замикання;



- збільшені перехідні опори в мережах;
- електрична дуга або іскріння.

Для забезпечення сучасних заходів щодо виявлення й локалізації пожежі, евакуації робочого персоналу, а також для зменшення матеріальних втрат необхідно виконувати наступні умови:

- наявність системи автоматичної пожежної сигналізації;
  - наявність евакуаційних шляхів і виходів;
  - наявність первинних засобів гасіння пожежі: пожежні стовбури, внутрішні пожежні водопроводи, сухий пісок, вогнегасники.
- **4.4. Інструкція з техніки безпеки пожежної і вибухової безпеки.**

Загальні вимоги пожежної безпеки до інженерного обладнання:

1. Усе електричне обладнання повинно мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших робочих аварійних режимів.
2. На обладнання яке розташовано у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, повинні бути нанесені знаки, що вказують на їх ступінь захисту. З'єднувальне та відгалуджувальне обладнання електричної проводки має бути постійно закрито кришками.
3. Необхідно регулярно проводити очистку усього електричного обладнання, принаймні раз на тиждень
4. Для підтримання рівня безпеки НЕ дозволяється:
  - експлуатація електричних кабелів з пошкодженою ізоляцією;
  - залишати без нагляду та під напругою кабелі та провід з неізольованими струмопровідними жилами;
  - використовувати саморобні подовжувачі;

- складування легкозапалювальних матеріалів на відстані ближче одного метра від електроустаткування.

5. Загалом, в усіх незалежно від призначення приміщеннях, які після завершення робіт утримуються закритими та не перевіряються штатним персоналом., а також у мережі живлення повинна бути відключена напруга (за винятком чергового освітлення, протипожежних та охоронних установок, а також електроустановок, що за вимогою технології працюють цілодобово).

Власники компаній, закладів та підприємств зобов'язані:

- створити комплексні заходи для забезпечення пожежної безпеки;
- відповідно до нормативних актів пожежної безпеки розробляти й впроваджувати положення, інструкції, інші нормативні акти, які діють у підприємстві, здійснювати постійний контроль їх дотримання;
- забезпечувати дотримання протипожежних стандартів та норм, а також виконання правил постанов органів державного пожежного нагляду;
- організувати навчання працівників з протипожежного захисту й зв'язку та пропаганду заходів з їх забезпечення;
- створювати у разі необхідності підрозділи пожежної охорони та необхідну для їх функціонування матеріально-технічну базу;
- надавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів та вироблюваної ними продукції;
- здійснювати заходи стосовно впровадження автоматичних засобів виявлення та знешкодження пожеж;
- своєчасно інформувати пожежну охорону щодо несправностей пожежної техніки, систем захисту, водопостачання тощо;

- проводити службові розслідування випадків пожеж. Згідно зі статтею 6 Закону громадяни України, іноземні громадяни та особи, які не мають громадянства, що перебувають на території України, зобов'язані:
- дотримуватись правил пожежної безпеки, створювати будівлі, що належать до їх особистого майна, первинних засобів пожежогасіння та протипожежного обладнання;
- повідомляти пожежників про виникнення пожежі та вживати заходів щодо її ліквідації, порятунку людей та майна.

## **ВИСНОВОК**

За новими даними бюро праці, на планеті кожні три хвилини внаслідок нещасного випадку гине один працівник. Кожної секунди п'ятеро дістають травму. Травматизм - це одна з основних причин смерті людей до сорока одного року. Це є наслідком науково-технічної революції, в результаті якої, виявляється, небезпека від техніки зростає швидше, ніж способи захисту від неї.

Дослідження показують, що 60-80% нещасних випадків сьогодні стаються з вини жертви. І це зрозуміло: людина не народилася з дотриманням правил безпеки. Тому менеджер повинен не тільки мати міцні знання в галузі охорони праці, але і вміння викликати інтерес до виконання норм і правил, творчо вирішувати проблеми, пов'язані з поліпшенням умов праці на робочому місці.

Завданнями охорони праці є:

- знаходження оптимальних співвідношень між різними факторами виробничого середовища;
- впровадження норм гранично допустимих рівнів виробничих факторів, визначення ступеня шкідливості і небезпеки праці;
- забезпечення безпеки виконання робіт працівниками;
- впровадження технічних засобів і заходів щодо боротьби з

травматизмом і профзахворюваннями;

- розробка методів оцінки соціальної та економічної ефективності заходів з удосконалення умов і охорони праці.

Найнебезпечнішими факторами при роботі з бортовою обчислювальною машиною є: враження електричним струмом та високочастотне електромагнітне випромінювання. При розробці біноміальної системи числення на бортовій обчислювальній машині, потрібно провести аналіз її виробничої безпеки, розробити заходи та засоби, спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### Вплив повітряного транспорту на екосистеми

Забруднення навколишнього середовища різними небезпеками збільшується з кожним роком, що включає електромагнітне та іонізуюче, а також теплове випромінювання, дорожній рух та промисловий шум, або, як кажуть, акустичне забруднення навколишнього середовища. На сьогоднішній день у багатьох містах постійний моніторинг параметрів забруднення практично не проводиться. Тим часом такий небезпечний фактор, як електромагнітне випромінювання, дуже небезпечно впливає на здоров'я людини. Його джерелами є телевізійні та радіостанції, електропроводка, виробниче обладнання та багато побутових приладів, оточених життям переважної більшості населення не лише в міських, а й у сільських районах.

Серед різних фізичних факторів навколишнього середовища, які можуть впливати на людину й біологічні об'єкти, більшу складність представляють електромагнітні поля неіонізуючої природи, що особливо відносяться до радіочастотного випромінювання.

Науково-технічна революція принесла безпрецедентну користь людству, однією з найважливіших з яких була здатність швидко пересуватися на великі відстані. Почувши слово політ, ми відразу уявляємо дивовижну картину: великий літак гордо летить у небі, долаючи величезні відстані з величезною швидкістю. Але це точно вдається.

Термін "політ" означає для нас дві речі: літак та аеропорт. А для нас аеропорт - це місце, куди насправді подорожує літак. Однак тут ми трохи помиляємось.

<b>Кафедра авіоніки</b>				<b>НАУ 21 144 82 000 ПЗ</b>			
Виконав	Городнічук Б.О.			<b>ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Краснов В.М.					12	25
Консульт.	Краснов В.М.				613.7.100107.01		
Н. Контр.	Левківський В.В.						
Зав. Каф.	Павлова С. В.						

Аеропорт - це багатофункціональна транспортна компанія, яка є наземною частиною системи повітряного транспорту, що забезпечує зліт і посадку літаків, наземне обслуговування, прийом та виліт пасажирів, багажу, пошти та вантажу. Аеропорт забезпечує необхідні умови для роботи авіакомпаній, авіаційних та митних державних регуляторів.

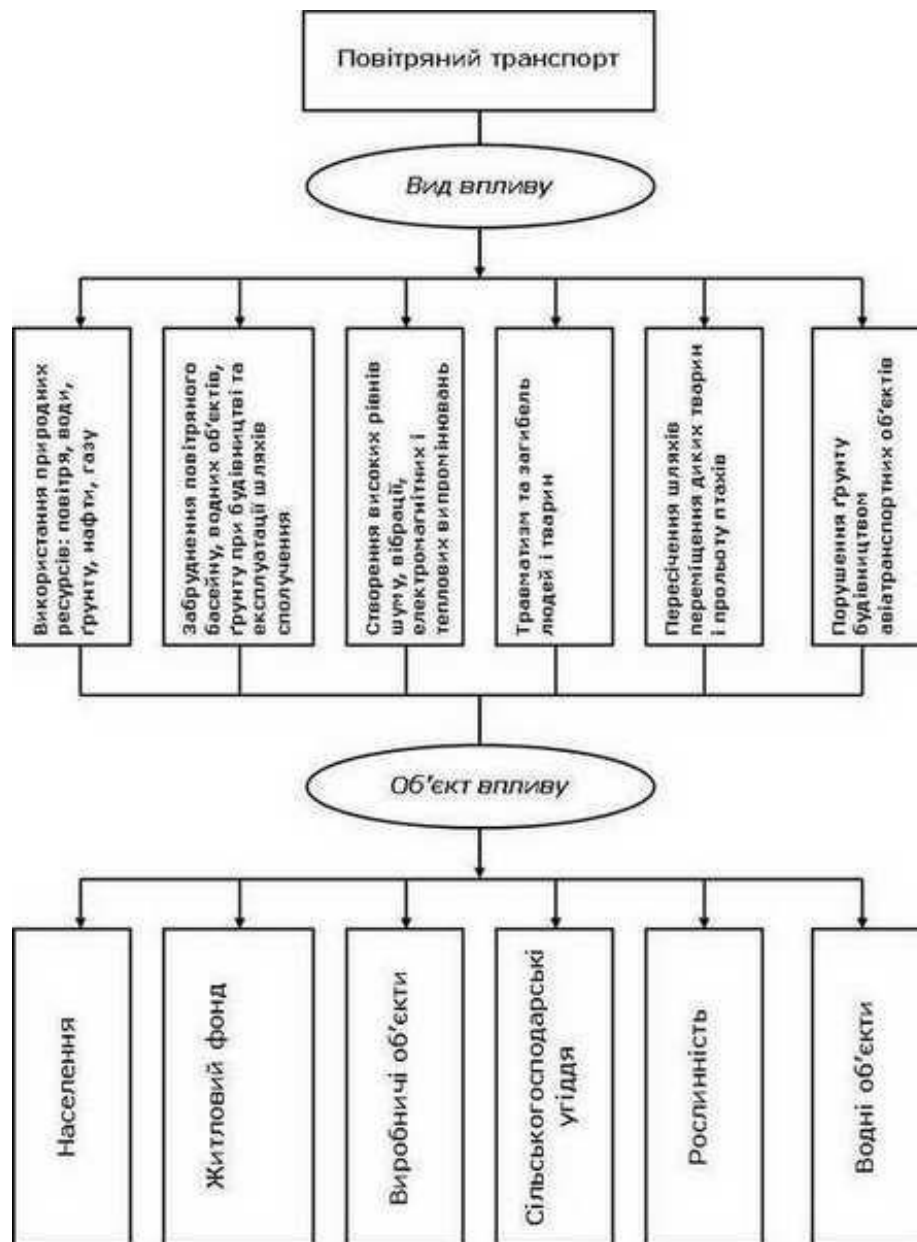
Внаслідок авіації забруднюються ґрунт, водні об'єкти та атмосфера, а специфіка впливу авіації на навколишнє середовище виявляється у значному шумовому забрудненні та значних викидах різних забруднюючих речовин (рис. 5.1).

Окрім шуму, політ призводить до електромагнітного забруднення. Це спричинено радіолокаційним та радіонавігаційним обладнанням в аеропорту та літаком. Радар може створювати електромагнітні поля високої напруги, які представляють реальну небезпеку для людини. Вплив електромагнітних хвиль на живі організми складний і недостатньо вивчений. У взаємодії з організмами електромагнітні хвилі частково відбиваються, частково поглинаються і поширюються в них. Величина впливу залежить від кількості енергії, що поглинається тканинами організму, частоти хвиль та розміру біологічного об'єкта.

Під постійним впливом електромагнітних хвиль низької інтенсивності нервова система та серцево-судинна система, ендокринні тіла та інші розчаровуються. Людина відчуває роздратування, головні болі, втрату пам'яті тощо. Пристосування до електромагнітних ефектів не відбувається.

Сьогодні людство, само того не підозрюючи, існує в океані електромагнітних полів. Ці поля різні за частотою та напруженістю. Їхні характеристики коливаються у часі. Весь цей процес отримав назву "електросмог", і вчені гаряче обговорюють, яку небезпеку людям створюють джерела найрізноманітніших електромагнітних випромінювань. Високочастотні випромінювання можуть іонізувати атоми та молекули соматичних клітин і порушувати в них біохімічні процеси.

Електромагнітні коливання довгохвильового спектра здатні нагрівати органіку та надавати молекулам теплового руху.



Малюнок. 5.1. Вплив авіації на екосистеми

Насиченість життя людей енергією швидко зростає. Електроніка стає все ближче і ближче до людини. Комп'ютери, телевізори, відеосистеми, мікрохвильові печі, бездротові телефони - це не вичерпний перелік технічних пристроїв, з якими люди постійно взаємодіють. Мережа електричних проводів у будинках та офісах оточує людину. Людина вже перебуває в ситуації, коли вона тривалий час перебуває під впливом штучних полів, створених електронними системами та системами

живлення. Комп'ютери та телевізійні системи особливо важливі в нашому житті. Без них дуже важко уявити сучасний світ, не кажучи вже про завтра. Але навіть це прогресивне явище з його широким використанням виявилось несподіваною стороною. Поля, оточені людиною, виявились надзвичайно небезпечними для його здоров'я. Традиційно вважалося, що головним фактором є рівень енергії полів. Експерименти у США та Швеції показали, що, хоча електромагнітні поля, що генеруються технічними системами, у сто разів слабкіші за природне поле Землі, вони все одно можуть бути небезпечними для здоров'я. Згідно зі статистикою захворюваності, вони дуже застарілі. думка про безпеку іонізуючого магнітного випромінювання.

Електромагнітне випромінювання є сильним фізичним стимулом. Різні організми мають різну чутливість до природної та антропогенної (штучної) ЕРС: природа і ступінь вираженості біологічного ефекту залежить від параметрів ЕРС та рівня організації біоорганізму. Міліметрові хвилі ЕРС переважно впливають на рецепторні пристрої, тоді як довші хвилі впливають на центральну нервову систему.

Якщо ми не змінимо принципів проектування електронних та радіосистем, тенденція їх розвитку та негативний вплив на біосистеми можуть мати катастрофічні наслідки для біосфери та людини.

## ▪ 5.2. Джерела випромінювання і його вплив на людину

Сьогодні в аеропортах і на літаках цивільної авіації широке застосування для зв'язку, радіонавігації, телекерування, телесигналізації і радіолокації одержала радіоапаратура, що працює в діапазоні високих (ВЧ), ультрависоких (УВЧ) і надвисоких частот (НВЧ). Найбільше застосування в ЦА знаходить радіоапаратура і радіосистеми, що працюють у діапазоні УВЧ і НВЧ. До них відносяться: системи інструментальної посадки літаків – курсові і глісадні маяки; системи ближньої навігації; радіолокаційні станції – далекого і ближнього виявлення, посадкові, огляду льотного поля (діапазон міліметрових довжин хвиль), літакові оглядові;



передавальні станції КВ і УКВ діапазону – системи автоматичного і напівавтоматичного керування і контролю з повітряним рухом; радіостанції літака і. т. ін. Першоджерелом електромагнітних коливань у радіотехнічних пристроях є генератори ВЧ і НВЧ.

Електромагнітна енергія випромінюється в навколишній простір, у першу чергу, антенним пристроєм. Крім цього, джерелами електромагнітних полів (ЕМП) у робочих приміщеннях радіолокаційних станцій, радіотехнічних майстерень, лабораторій і радіоцентрів можуть бути окремі вузли НВЧ генераторів (магнетрони, лампи біжучої хвилі, клістри), з'єднані елементи модуляторів з генераторами, лінії передач від генератора до антени, катодні виводи магнетронів, вентиляційні щілини, щілини у хвилеводних трактах і коаксіальних лініях та ін.

В процесі експлуатації і ремонту установок з генераторами електромагнітної енергії можливий вплив ЕМП на обслуговуючий персонал, а також на працівників інших об'єктів, що знаходяться в зоні випромінювання спрямованих антен радіолокаційних станцій. На робочих місцях інтенсивність ЕМП залежить від потужності джерела випромінювання і відстані від джерела випромінювання до робочого місця. У джерела електромагнітного випромінювання на відстані близько  $1/6$  довжини хвилі переважають поля індукції (зона індукції), а за її межами переважають поля випромінювання (зона випромінювання). Безумовно, що коли робоче місце розташоване в зоні індукції, робітник буде піддаватися впливу електричних і магнітних полів, що періодично змінюються.

Таким чином, залежно від частоти генератора робітник може перебувати або в зоні індукції в процесі роботи з УВЧ чи ВЧ генераторами, або в зоні випромінювання в процесі роботи з НВЧ генераторами (зона індукції до 16 см).

Високочастотне випромінювання зумовлює в організмі зміну умовнорефлекторної діяльності (гальмування умовних і безумовних рефлексів), падіння кров'яного тиску, рідкий пульс. Постійний вплив опромінення може

призвести до стійких функціональних змін у центральній нервовій і серцево-судинній системах.

При потраплянні людини в зону випромінювання енергія ЕМП частково поглинається тілом людини. Під дією ВЧ полів у тканинах виникають ВЧ струми, що супроводжуються тепловим ефектом. Електромагнітні поля при тривалому впливі можуть викликати підвищену стомлюваність, дратівливість, головний біль чи сонливість, порушення сну, зниження кров'яного тиску, зміну температури тіла та ін., пов'язаних з розладом центральної нервової і серцево-судинної систем. Поля НВЧ, особливо сантиметрового і міліметрового діапазонів, викликають також зміни в крові, помутніння кришталика (катаракта), погіршення нюху, а в окремих випадках – трофічні явища: випадіння волосся, ламкість нігтів.

Функціональні зрушення, зумовлені впливом ЕМП, є оборотними, якщо припинити опромінення; але варто враховувати, що оборотність функціональних зрушень не є безмежною і, зазвичай, визначається інтенсивністю опромінення, тривалістю впливу, а також індивідуальною особливістю організму. Тому профілактика професійних захворювань повинна передбачати, поряд з розробкою технічних засобів захисту, організаційні заходи.

Умовно розрізняють такі механізми біологічної дії ЕМП:

- безпосередня дія на тканини та органи, коли змінюється функція центральної нервової системи і пов'язана з нею нейрогуморальна регуляція;
- рефлекторні зміни нейрогуморальної регуляції;
- поєднання основних механізмів патогенезу, дії ЕМП з переважним порушенням обміну речовин, активності ферментів. Питома вага кожного з цих механізмів визначається фізичними та біологічними змінами в організмі людини.

Ступінь опромінення працюючих залежить від кількості розміщуваних у приміщенні передавачів (в окремих зонах, на радіо- та телецентрах їх може бути до

20), їх потужності, ступеня екранування, розміщення окремих блоків всередині приміщення і поза його межами.

Розрізняють дві форми негативного впливу на організм людини електромагнітного випромінювання діапазону радіочастот — гостру і хронічну, яка, у свою чергу, поділяється на три ступені: легкий, середній і тяжкий. Хронічна форма характеризується функціональними порушеннями нервової, серцево-судинної та інших систем організму, що проявляються астеничним синдромом, і вегетативними порушеннями, переважно серцево-судинної системи.

Дія електромагнітного випромінювання на біологічний об'єкт виявляється тоді, коли інтенсивність випромінювання нижча від теплових порогових його значень, тобто спостерігаються нетеплові ефекти або специфічна дія радіохвиль, яка визначається інформаційним аспектом електромагнітного випромінювання, що сприймається організмом і залежить від властивостей джерела ЕМП та каналу зв'язку. Дія електромагнітного випромінювання малої інтенсивності призводить до локального нагрівання — мікронагрівання.

Отже, вплив електромагнітного випромінювання має системний характер і потребує відповідних системних заходів захисту від нього

### ▪ **5.3. Захист від електромагнітних випромінювань**

Для зменшення впливу ЕМП на персонал та населення, яке знаходиться в зоні дії радіоелектронних засобів, потрібно вжити ряд захисних заходів. До їх числа входять:

- організаційні;
- інженерно-технічні;
- лікарсько-профілактичні.

Здійснення організаційних та інженерно-технічних заходів покладено передусім на органи санітарного нагляду. Підприємства та установи, які використовують джерела ЕМП, повинні проводити поточний санітарний нагляд за об'єктами, здійснювати організаційно-методичну роботу з підготовки спеціалістів та інженерно-технічний нагляд. Необхідно регулярно здійснювати дозиметричний контроль (не менше одного разу на 6 місяців); медогляд (не менше одного разу на рік). Робітникам, що працюють із джерелами ЕМВ, має бути надана додаткова відпустка, скорочений робочий день та ін.

Ще на стадії проектування повинне бути забезпечене таке взаємне розташування опромінюючих та опромінюваних об'єктів, яке б зводило б до мінімуму інтенсивність опромінення. Потрібно зменшити ймовірність проникнення людей у зони з високою інтенсивністю ЕМП, скоротити час перебування під опроміненням. Потужність джерел випромінювання мусить бути мінімально потрібною.

Важливе значення мають інженерно-технічні методи захисту: колективний, локальний та індивідуальний. Колективний захист спирається на розрахунок поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. Економічно найдоцільніше використовувати природні екрани – складки місцевості, лісонасадження, нежитлові будівлі.

При захисті від випромінювання екрана повинне враховуватись затухання хвилі при проходженні через екран (наприклад, через лісову смугу). Для екранування можна використовувати рослинність. Спеціальні екрани у вигляді відбивальних щитів дороги і використовуються дуже рідко.

Локальний захист дуже ефективний і використовується часто. Він базується на використанні радіозахистних матеріалів, які забезпечують високе поглинання енергії випромінювання у матеріалі та віддзеркалення від його поверхні. Для екранування шляхом віддзеркалення використовують металеві листи та сітки з доброю провідністю. Захист приміщень від зовнішніх випромінювань можна

здійснити завдяки обклеюванню стін металізованими шпалерами, захисту вікон сітками, металізованими шторами. Опромінення у такому приміщенні зводиться до мінімуму, але віддзеркалене від екранів випромінювання перерозповсюджується в просторі та потрапляє на інші об'єкти.

До інженерно-технічних засобів захисту також належать:

- конструктивна можливість працювати на зниженій потужності в процесі налагоджування та профілактики;
- робота на еквівалент навантаження;
- дистанційне керування.

Існує велика кількість радіопоглинальних матеріалів як однорідного складу, так і композиційних, які складаються з різнорідних діелектричних та магнітних речовин.

Найбільшого поширення одержали наступні методи захисту від ЕМВ:

- 1) *Зменшення потужності випромінювання в джерелі.* Інтенсивність опромінення прямопропорційна потужності випромінювача оберненопропорційна квадрату відстані між джерелом і робочим місцем.
- 2) *Захист відстанню.* Якщо неможливо послабити інтенсивність опромінення, використовують захист відстанню і її збільшенням. Адже напруженість електричних і магнітних полів зменшується у міру збільшення відстані. Захист відстанню забезпечується за рахунок механізації й автоматизації виробничих процесів, застосуванням дистанційного управління і спеціальних маніпуляторів, раціональним розміщенням устаткування та робочих місць.
- 3) *Архітектурно-планувальні рішення.* Діючі установки потужністю понад 10 кВт слід розміщати у спеціально виділених приміщеннях регламентованої площі з капітальними стінами і перекриттями, покритими матеріалами, що

поглинають ЕМП радіочастотного діапазону, а також матеріалами, що здатні відбивати ці випромінювання, наприклад, олійними фарбами.

4) *Екранування джерел випромінювання та робочих місць.* Екранування - одне з найбільш ефективних і найчастіше застосовуваних засобів захисту від ЕМВ. Поглинальні екрани, кожухи та інші засоби виготовляють із матеріалів, що здатні поглинати енергію ЕМП. Це можуть бути тонкі гумові килимки; тверді аркуші поролону чи волокнистої деревини, які просочені відповідною речовиною; феромагнітні пластини. Для зазначених матеріалів коефіцієнт відбиття не перевищує 1-3%.

5) *Установлення раціональних режимів роботи.* Коли немає можливості знизити інтенсивність опромінення до нормативних значень, застосовують захист часом, тобто обмежують час перебування персоналу в ЕМП.

#### ▪ **5.4. Засоби індивідуального захисту від електромагнітних випромінювань**

Засоби індивідуального захисту використовуються у тих випадках коли інші заходи недостатньо ефективні: при переході через зони збільшеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних та налагоджувальних роботах у аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Їх застосовують тоді, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією та розміщенням устаткування, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці персоналу безкоштовно видаються спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

Для захисту тіла використовується одяг із металізованих тканин та радіопоглинаючих матеріалів. Металізована тканина складається із бавовняних чи

капронових ниток, спіралью обвитих металевим дротом. Таким чином, ця тканина, мов металева сітка (при віддалі між нитками 0,5мм) послаблює випромінювання не менш, як на 20-30дБ. При зшиванні деталей захистного одягу потрібно забезпечити контакт ізольованих провідників. Тому електрогерметизація швів проводиться електропровідними розчинами чи клеями, які забезпечують гальванічний контакт або збільшують ємнісний зв'язок проводів, котрі не контактують. Очі захищають спеціальними окулярами зі скла з нанесеною на внутрішній бік провідною плівкою двоокису олова. Гумова оправа окулярів має запресовану металеву сітку або обклеєна металізованою тканиною. Цими окулярами випромінювання НВЧ послаблюється на 20-30дБ. Раніше використовували рукавички та бахили, а зараз вважають непотрібними, оскільки допустима величина щільності потоку енергії для рук та ніг у багато разів вища ніж для тіла. Колективні та індивідуальні засоби захисту можуть забезпечити тривалу безпечну роботу персоналу на об'єктах.

## **ВИСНОВОК**

Проектування кожного пристрою необхідно проводити з урахуванням найменшого шкідливого впливу на навколишнє середовище та бути економічно вигідним.

Кожна промислова установка забезпечується технічним паспортом, в якому зазначені електрична схема, захисні пристосування, місце застосування, діапазон хвиль, допустима потужність і т. д. По кожній установці ведуть експлуатаційний журнал, в якому фіксують стан установки, режим роботи, виправлення, заміну деталей, зміни напруженості поля. Перебування персоналу в зоні впливу електромагнітних полів обмежується мінімально необхідним для проведення операцій часом. Нові установки вводять в експлуатацію після приймання їх, за яким встановлюють виконання вимог і норм охорони праці, норм щодо обмеження полів і перешкод, а також реєстрацію їх у державних контролюючих органах

Під вплив надвисоких частот електромагнітного випромінювання потрапляють робітники телерадіостанцій, авіадиспетчери, військові та моряки, які працюють на радарних установках, працівники метеорологічних радіолокаторів.

Відповідно до діючого наказу Міністерства охорони здоров'я електромагнітні випромінювання включено до переліку несприятливих виробничих факторів, при роботі з якими обов'язковими є попередні й періодичні медичні огляди з метою попередження професійних захворювань (п. 4.2, «неіонізуючі випромінювання», додаток № 1 до цього наказу). У наказі передбачено всі види робіт із джерелами електромагнітної енергії різних діапазонів (електричні й магнітні поля радіочастот) та всі види робіт із джерелами постійних електричних та магнітних полів. Електромагнітне забруднення довкілля потребує гігієнічного нормування. При обстеженні робітників цивільної авіації виявлено відносно високий ризик розвитку артеріальної гіпертензії та ішемічної хвороби серця та розвитку цих захворювань у молодому віці. Доведено, що цей факт пов'язаний із впливом НВЧ електромагнітних хвиль.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Airborne Internet – Market & Opportunity, 2007 Massachusetts Institute of Technology
2. International Civil Aviation Organization, ICAO, “AERONAUTICAL MOBILE SATELLITE (ROUTE). SERVICE”. Part 2-IRIDIUM. DRAFT v4.0, 21 March 2007
3. Satellite Voice Guidance Material (SVGGM), First Edition — 24 July 2012, International Civil Aviation Organization
4. ICAO Doc 9869, Performance-based Communication and Surveillance (PBCS) Manual), Second Edition, 2017, International Civil Aviation Organization
5. Aeronautical Radio, Incorporated, ARINC 781-6 ‘Mark 3 Aviation Satellite Communication Systems’, December, 2012.
6. Simulation/Optimization Modeling for Robust Satellite Data Unit for Airborne Network, Joe Zambrano, Laboratory of Space Technologies, Embedded Systems, Navigation and Avionic, Montreal, Quebec, Canada, June 2015
7. <https://www.eurocontrol.int/system/satellite-communications-datalink> (16 May 2021).
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/Iridium\\_satellite\\_constellation](https://en.wikipedia.org/wiki/Iridium_satellite_constellation) (16 May 2021).
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Inmarsat#Networks> (16 May 2021).
10. <https://aerospace.honeywell.com/en/learn/products/satellite-communications> (16 May 2021).
11. <https://satellitephonestore.com/iridium-certus> (16 May 2021).
12. <https://go.skytrac.ca/certus> (16 May 2021).
13. <https://www.iridium.com/products/avionica-satlink-max> (16 May 2021).
14. <https://www.ustronics.net/aviation-products> (16 May 2021).
15. <https://www.collinsaerospace.com/what-we-do/Military-And-Defense/Communications/Airborne-Communications/Satcom> (16 May 2021).
16. Business and Regional Systems Marketing Bulletin, Upgrade of Existing SAT-906, SAT-6000 and SAT-6100 for SwiftBroadband, Ref. No. BRS-110079.4M, 01/2013

17. A Review of Satellite Communications and Complementary Approaches to Support Distributed Disaster Response, Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, December 2013