

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,
ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

Віктор ГНАТЮК
“ _____ ” _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

Тема: «Супутникова система для обслуговування повітряного руху»

Виконавець: _____ Денис ВОЛОВИК
(підпис)

Керівник: _____ Олексій ЗУЄВ
(підпис)

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

Консультант розділу «Охорона праці» _____ Батир ХАЛМУРАДОВ
(підпис)

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»
_____ Андріан ЯВНЮК
(підпис)

Нормоконтролер: _____ Денис БАХТІЯРОВ
(підпис)

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віктор ГНАТЮК

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ВОЛОВИКА Дениса Володимировича

1. Тема дипломної роботи: «Супутникова система для обслуговування повітряного руху»

затверджена наказом ректора затверджена наказом ректора від «28» вересня 2023 р. №1965/ст.

2. Термін виконання роботи: з 02.10.2023 р. по 31.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Системи для обслуговування повітряного руху. Супутникова система. Система контролю та діагностики – автоматична. Функціональні компоненти. Приймач навігаційних сигналів.

4. Зміст пояснювальної записки: Огляд технічної та довідкової літератури за темою роботи. Обґрунтування структурної та функціональної схеми супутникової системи. Питання підвищення ефективності функціонування. Обґрунтування структурної та функціональної схеми навігаційного приймача у складі супутникової системи.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: Електричні схеми системи та розроблених вузлів (структурна та функціональна схеми супутникової системи, структурна та функціональна схеми приймача сигналів, програми діагностування).

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Розробити деталізований зміст розділів дипломної роботи	30.09.2023- 10.10.2023	Виконано
2	Вступ	11.10.2023- 15.10.2023	Виконано
3	Аналіз принципів побудови супутникових систем	16.10.2023- 30.10.2023	Виконано
4	Обґрунтування основних тактико-технічних характеристик та структурної схеми	01.11.2023- 10.11.2023	Виконано
5	Питання модернізації супутникових систем	10.11.2023- 25.11.202	Виконано
6	Охорона праці	26.11.202- 03.12.2023	Виконано
7	Охорона навколишнього середовища	04.12.2023- 11.12.2023	Виконано
8	Усунення недоліків та захист роботи	12.1.2023- 25.12.2023	Виконано

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	к.м.н., професор Батир ХАЛМУРАДОВ		
Охорона навколишнього середовища	к.б.н., доц. Андріан ЯВНЮК		

8. Дата видачі завдання: “29” вересня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис керівника)

Олексій ЗУЄВ
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випускника)

Денис ВОЛОВИК
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота «Супутникова система для обслуговування повітряного руху» містить: 86 сторінок, 14 рисунків, 19 використаних джерел.

ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ, СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ, ПРИЙМАЧ НАВІГАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ, КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ ЛІТАКОВОДІННЯМ, ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВУЗЛИ ПРИЙМАЧА

Об'єкт дослідження – супутникові системи зв'язку та навігації.

Предмет дослідження – інформаційні технології, які застосовуються в системах обслуговування повітряного руху з метою підвищення їх ефективності.

Мета кваліфікаційної роботи – вдосконалити окремі складові супутникових систем для обслуговування повітряного руху.

Метод дослідження – теорія навігаційних систем, теорія оптимізації систем .

Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати рекомендується використовувати в навчальному процесі.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. РАДІОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОХ НАВІГАЦІ.....	11
1.1. Всебічно направлений азимутальний радіомаяк VOR.....	11
1.1.1 Призначення радіонавігаційної системи VOR, принцип роботи.....	11
1.1.2 Фізична основа роботи системи VOR.....	13
1.2 Структура радіомаяка VOR.....	16
1.3 Бортове обладнання системи VOR.....	19
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	20
РОЗДІЛ 2. СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ТА ЗАХИЩЕНОГО УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ.....	22
2.1 Супутникова система Iris в Європі.....	22
2.2 Організація повітряного руху в європейському та глобальному контексті.....	26
2.2.1 Служби передачі даних.....	28
2.3 Послуги супутникової передачі даних у контексті SESAR.....	29
2.4 Iris: внесок ESA в ATS Data Link Services.....	30
2.4.1. Цінність для послуг ATS Data Link Services.....	31
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2.....	32
РОЗДІЛ 3. ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ IRIS.....	33
3.1 Основні компоненти системи Iris.....	33
3.2 Архітектура резервування та безпеки Iris.....	34
3.3 Місткість і швидкість оснащення.....	35
3.4 Перевірка райдужної оболонки.....	39
3.5 Короткострокове рішення Multilink і довгострокове бачення.....	40
3.6 Розгортання райдужної оболонки.....	42
3.7 Ірис у майбутньому.....	42
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3.....	44
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ НАВІГАЦІЙНОГО ПРИЙМАЧА.....	45
4.1 Структура навігаційного приймання.....	45

4.2 Розробка та обґрунтування принципової схеми приймального тракту.....	50
4.3 Мікрозбирання приймача GPS сигналів A1080-A.....	53
4.3.1 Драйвер СОМ-порту MAX3232.....	54
4.4 Конденсатор, резистори, транзистори та джерела електроживлення.....	55
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	56
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	72
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АМ - амплітудна модуляція.

ГМ - глибинна модуляція.

ЧМ - частотна модуляція .

ПС - повітряне судно.

КПП - керування повітряним рухом.

VOR(Very High Frequency Omnidirectional Radio Range) - всенаправлений радіомаяк.

ICAO - міжнародною організацією цивільної авіації.

DLS(Data Link Service) - супутникова система.

ESA - Європейське космічне агентство.

ATS(Applicant Tracking System) - система відстеження кандидатів.

ATM(Asynchronous Transfer Mode) - стандартна атмосфера.

SESAR - Проєкт ЄС «Підтримка Антимонопольного комітету України у впровадженні правил державної допомоги».

EASA(European Aviation Safety Agency) - Європейська Агенція Безпеки Авіації.

DLS - динамічне розсіювання світла.

SATCOM – система супутникового зв'язку космічних сил США.

ВСТУП

Актуальність теми. Питання забезпечення безпеки та регулярності повітряного руху є найважливішими для цивільної авіації України. Одним із чинників, що впливає на безпеку польотів є повнота та якість забезпечення екіпажів повітряних суден (ПС) та диспетчерів системи керування повітряним рухом (КПР) необхідною поточною навігаційною інформацією. Важливе місце у складі технічних засобів для керування повітряним рухом ПС займають супутникові системи, які формують та надають споживачам інформацію про параметри польоту упродовж всього маршруту від зльоту до завершення передпосадкового маневру та самої посадки в аеропорту призначення.

Багатоплановість сучасних супутникових систем, їх найважливіша роль у забезпеченні регулярності та безпеки повітряного руху потребує необхідність вирішення ряду задач спрямованих на підвищення ефективності застосування окремих засобів у загальній системі КПР.

Мета і завдання дослідження. Вдосконалити окремі складові супутникових систем для керування повітряним рухом .

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі основні завдання.

1. Проаналізувати принципи застосування супутникових систем у процесі обслуговування повітряного руху.
2. Обґрунтувати структурну та функціональну схему супутникової системи.
3. Обґрунтувати функціональну та принципову схему приймача навігаційних сигналів у складі супутникової системи..
4. Обґрунтувати шляхи вдосконалення супутникової системи.

Об'єктом дослідження є супутникові системи зв'язку та навігації.

Предмет дослідження є інформаційні технології, які застосовуються в системах обслуговування повітряного руху з метою підвищення їх ефективності.

Методи досліджень. Теорія навігаційних систем, теорія оптимізації систем.

Практичне значення отриманих результатів.

Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати при удосконаленні практично-методологічної бази навчального процесу за спеціальністю 172«Телекомунікації та радіотехніка».

Апробація отриманих результатів. Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на Науково-практичній конференції «Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем», м.Київ, 2023 р.

РОЗДІЛ 1

РАДІОНАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ

1.1. Всебічно направлений азимутальний радіомаяк VOR

VOR (Very High Frequency Omnidirectional Radio Range) - всенаправлений радіомаяк, рекомендований Міжнародною організацією цивільної авіації (ICAO) як міжнародна навігаційна система для керування повітряними суднами під час польотів на малі та середні відстані, що працює в діапазоні частот 108. .118 МГц і має радіус дії до 300 км.

VOR-маяки надають пілоту інформацію про напрямок руху, дозволяючи йому летіти заздалегідь обраним курсом від позиції однієї системи VOR до позиції іншої. Повідомлення "летіти праворуч" або "летіти ліворуч", що відображається на приладі, дозволяє пілоту визначити відхилення від курсу, в той час як індикатор "від/до" показує, чи летить літак до маяка, чи від нього (Рис.1.1) VOR-маяк надає наступну інформацію пілоту через бортовий приймач:

1. **Азимут** – кут між напрямком на магнітний Північ і напрямком «наземний радіомаяк – літак».
2. **Курс**, який вказує, чи знаходиться ПС зліва або праворуч від заданого курсу (лінії положення), або знаходиться точно на курсі.
3. **Індикація** «від / на», яка вказує, чи летить ПС на радіомаяк або від нього [18].

1.1.1. Призначення радіонавігаційної системи VOR, принцип роботи

ПС можуть використовувати сигнали радіомаяків VOR для виконання наступних завдань - розпізнавання VOR-маяка - політ до або від VOR-маяка з фіксованим азимутом - визначення місцеположення ПС за двома VOR-маяками - визначення місцеположення ПС за сигналами систем VOR/DME. Принцип роботи

VOR-маяк заснований на вимірюванні зсуву фаз двох сигналів, випромінюваних орієнтиром. Один сигнал (опорний) випромінюється в однаковій фазі в усіх напрямках. Перший сигнал (опорний) поширюється в однаковій фазі в усіх напрямках. Фаза другого сигналу (сигнал зі змінною фазою) по відношенню до першого сигналу змінюється з азимутом. Електричний кут зсуву фаз, виміряний бортовим приймачем, відповідає азимутальному куту літака [18].

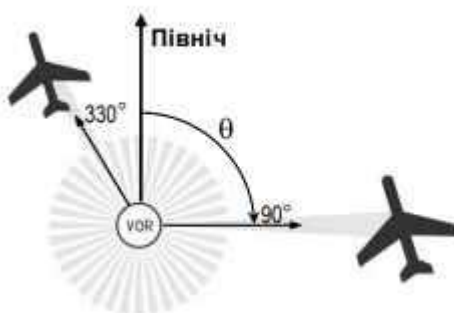


Рис 1.1. Визначення напрямку польоту літака

Радіочастотний сигнал, який випромінює VOR, модулюється двома синусоїдальними напругами з частотою 30 Гц. Сигнал частотою 30 Гц має певний фазовий зсув, який залежить від азимута, на якому приймається сигнал. Фазовий зсув дорівнює географічному куту між північчю і напрямком літака відносно орієнтира (азимутальний кут), одне з двох коливань частотою 30 Гц не залежить від азимута (опорний сигнал), а фаза другого коливання частотою 30 Гц (сигнал зі змінною фазою) змінюється відносно першої фази при зміні азимута [18].

Опорний сигнал і сигнал зі змінною фазою модулюються по-різному. Незалежний від напрямку сигнал (опорний сигнал) передається за допомогою частотної модуляції (ЧМ) піднесучого сигналу 9960 Гц з дев'яцістю ± 480 Гц. Допоміжна піднесуча передається шляхом амплітудної модуляції (АМ) сигналу несучої частоти f_0 з глибиною модуляції (ГМ) 30% і випромінюється горизонтально поляризованою всенаправленою антеною. Крім того, сигнал несучої частоти f_0 потім модулюється кодом розпізнавання (1020 Гц) і мовним сигналом (300 3000 Гц) кодом розпізнавання (1020 Гц) і мовним сигналом (300 Гц). Залежний від

напрямку сигнал (сигнал зі змінною фазою) випромінюється двома симетрично схрещеними вібраторами. Схрещені вібратори приводяться в дію сигналом огибаючої модуляції зі зсувом фази на 90° , що надходить від двох передавачів. В результаті утворюється діаграма спрямованості, що обертається в просторі зі швидкістю 30 циклів на секунду. Оскільки сигнал несучої частоти f_0 випромінюється антеною з всеспрямованими характеристиками, суперпозиція сигналу несучої частоти 30 Гц і сигналу бічної смуги (правильне регулювання фази) створює чисті АМ коливання в просторі. В результаті, фазовий зсув сигналу 30 Гц по відношенню до опорного сигналу 30 Гц залежить від азимутального кута. Фазове співвідношення між опорним сигналом і сигналом зі змінною фазою для різних азимутальних кутів таке (рис 1.2.): при азимуті 0° (північ) фазовий кут між цими двома сигналами дорівнює 0° . При азимуті 180° (південь) фазовий кут становить 180° , при азимуті 90° (схід) фазовий кут становить 90° і при азимуті 270° (захід) фазовий кут становить 270° . У точках, де азимутальний кут постійний, лінія є радіальною до мітки [18].

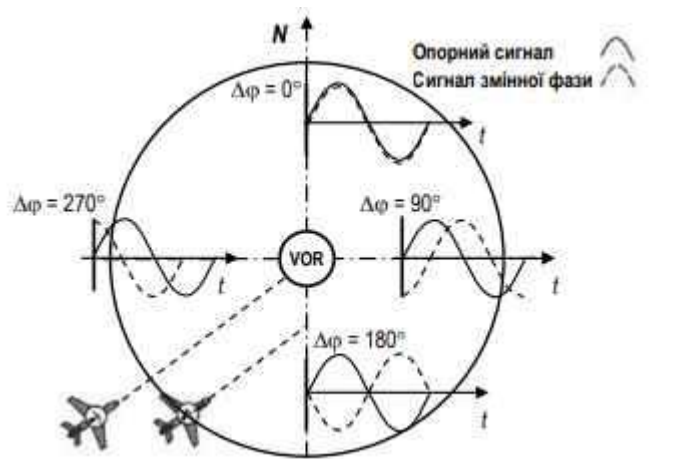


Рис 1.2. Співвідношення фаз між опорним сигналом і сигналом змінної фази

1.1.2. Фізична основа роботи системи VOR

Система VOR - це фазо-кутова система, в якій діаграма спрямованості антени обертається з високою швидкістю [18].

Антенна складається з трьох антен A1, A2 і Az з електричним центром A1.

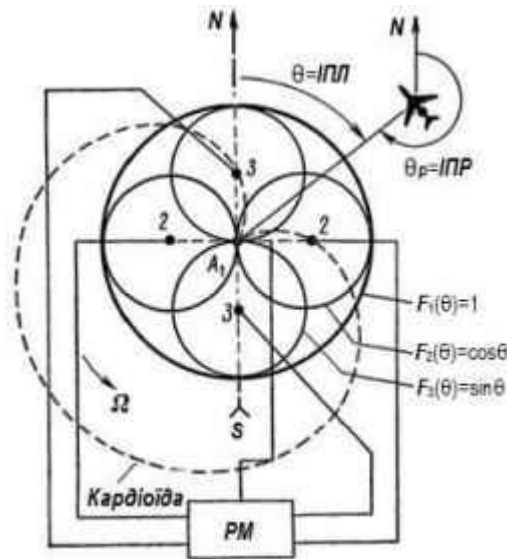


Рис 1.3. Схема антенної системи зі швидким обертанням ДНА

Центральна антена A1 не має направленості, тобто $F_1(\theta) = 1$. Антени A2 і A3 з ортогональними базами, що складаються кожна з двох рознесених вібраторів, мають ДНА в формі «вісімок», тобто:

$$F_3(\theta) = \cos\theta, \text{ а } F_2(\theta) = \sin\theta. \quad (1.1)$$

Центральна антена живиться струмами несучої частоти і створює поле

$$e_1 = E_{m1} \cos\omega t. \quad (1.2)$$

Антена A2 живиться амплітудно-модульованим сигналом з придушеною несучою і з огинаючою модуляції частотою Ω . Створюване нею поле

$$e_2 = E_{m2} \cos\theta \cos\Omega t \cos\omega t. \quad (1.3)$$

Антена A3 живиться також амплітудно-модульованим коливанням з придушенням несучої, але зі зсувом на 90°

$$e_3 = E_{m3} \sin\theta \sin\Omega t \cos\omega t. \quad (1.4)$$

Щоб виміряти фазовий зсув інформаційної огинаючої на судні, потрібно наступне:

Потрібно знати опорну напругу постійної фази, з якою порівнюється фаза огинаючої при тій самій Ω , що і частота, на якій обертається антена. Опорна напруга фази повинна бути відома. Таким чином, покажчик не тільки випромінює

електричне поле "змінної фази", але й генерує електричне поле "еталонної (постійної) фази". Він генерує поле "еталонної (постійної) фази". Таким чином, опорна напруга частотою Ω . Опорна напруга з частотою Ω модулює частоту допоміжної піднесучої частоти Ω_p і накладається на несучу частоту за допомогою амплітудної модуляції. Цей метод використовується тому, що пряма частотна модуляція несучої хвилі опорною напругою неможлива через паразитну амплітудну модуляцію несучої хвилі, пов'язану з частотною модуляцією. Призводить до спотворення інформаційної згинаючої.

Спектр сигналу VOR включає такі складові частоти:

- 30 Гц, АМ;
- АМ 9960 Гц з ЧМ 30 Гц (девіація ± 480 Гц);
- АМ мовним сигналом і кодом розпізнавання;
- несуча.

Глибину модуляції (ГМ) кожної частоти можна змінювати в певному діапазоні. Номінальне значення ГМ можна змінювати в наступному діапазоні:

- | | |
|---|------|
| • 30 Гц, навігаційний сигнал | 30 % |
| • 9960 Гц, сигнал допоміжної піднесучої | 30 % |
| • мовний сигнал | 30 % |
| • код розпізнавання | 10 % |



Рис 1.4. Частотний спектр сигналу радіомаяка VOR

1.2. Структура радіомаяка VOR

На (Рис 1.5.) показано спрощену конструкцію азимутального радіомаяка VOR, розгорнуті з системами дальності DME

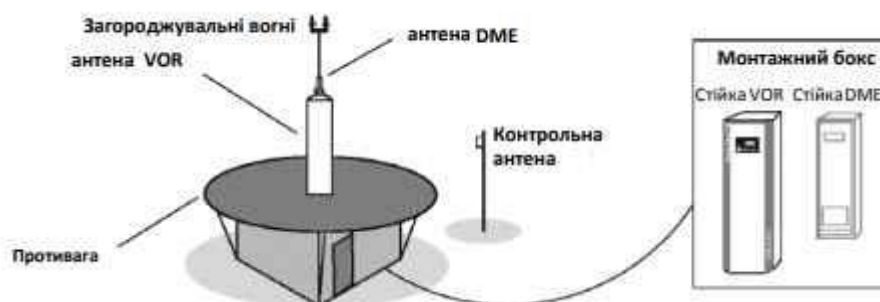


Рис 1.5. Всебічно направлений азимутальний радіомаяк VOR, розміщений спільно з DME

Навігаційна система VOR (рис 1.6.) складається з апаратної частини, що включає радіочастотні (РЧ) і низькочастотні (НЧ) субблоки, а також програмне забезпечення з значною мірою визначає можливості керування системою [18].

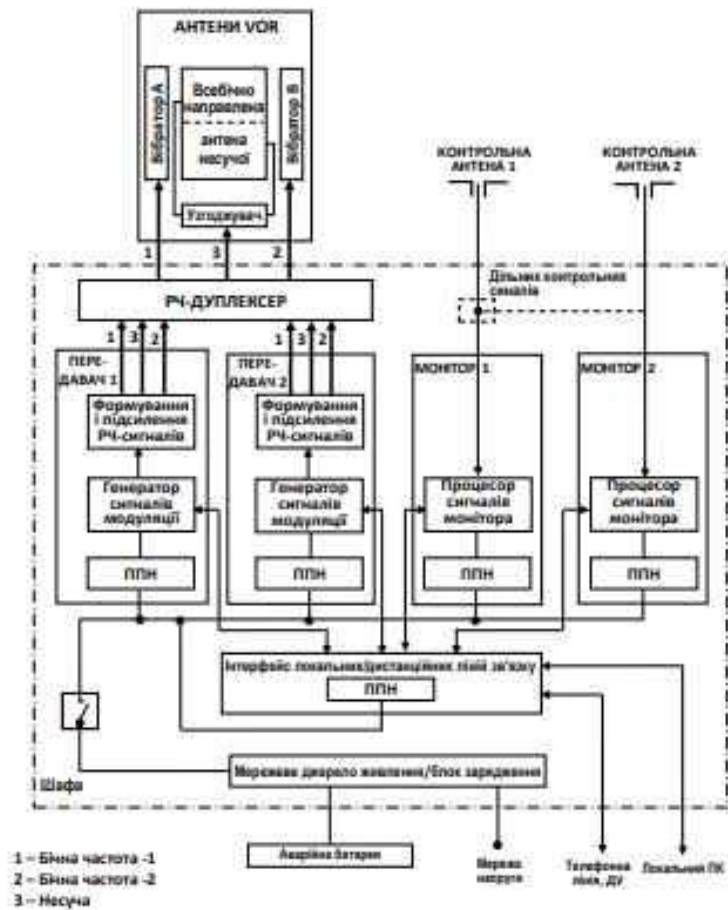


Рис 1.6. Структура радіомаяка VOR

До складу системи входять наступні функціональні блоки:

- Передавач (одинарний або подвійний);
- Монітори в одинарному або подвійному виконанні;
- Інтерфейс локальної/віддаленої лінії зв'язку;
- Блок живлення;
- Антенна система.

Передавач і монітор працюють під управлінням окремих мікропроцесорів, з'єднаних локальним і віддаленим лінійними інтерфейсами [18].

Процесор передавача виконує наступні функції:

- Формування цифрових (дискретних) сигналів;
- Контроль/регулювання амплітуди (огиноючої), фази та полярності

радіосигналу.

- Розрахунок параметрів конфігурації підблоків передавача;
- Встановлення з'єднань.

Процесор монітора (система управління сигналом) виконує наступні функції:

- Обробка та аналіз сигналів з антени контрольного приймача (польових сигналів);

- Виконує необхідні дії у разі виявлення несправності (перемикання на резервне живлення або вимикання);

- забезпечувати власну працездатність у мінливих зовнішніх умовах з урахуванням старіння компонентів.

Забезпечувати власну працездатність при зміні зовнішніх умов з урахуванням старіння компонентів. Процесор монітора аналізує керуючі сигнали від внутрішніх датчиків і вібратора контрольного приймача. Підсилюються, нормалізуються за рівнем, демодулюються, фільтруються та перетворюються в конкретні цифрові значення. Потім процесор **монітора Фур'є**-аналізує отримане цифрове значення і порівнює їх з еталонними значеннями. Якщо різниця між цими значеннями перевищує встановлені межі, монітор перемикається на резервний передавач або вимикає систему.

Інформація про стан обладнання виводиться на дисплей локальної панелі управління. Інформація виводиться на дисплей централі [18].

Автоматичний моніторинг випромінюваного сигналу складається з безперервного контролю цього сигналу і подальших операцій перемикання сигналу. Це необхідно для виконання таких операцій, як перемикання на резервне джерело або вимкнення обладнання. Якщо параметр сигналу перевищує встановлене граничне значення виконується операція.

Відстежуються такі параметри:

- Азимутальний кут;
- Глибина АМ з частотою 30 Гц;
- Глибина АМ на частоті 9960 Гц;
- Девіація частоти в FM на частоті 30 Гц;
- Рівень потужності несучої;
- Наявність і точність азбуки Морзе в сигналі розпізнавання;
- Несуча частота.

Інтерфейс локальних/дистанційних ліній зв'язку виконує наступні функції:

- Встановлення зв'язків між різними функціональними групами;
- Контроль обладнання;
- Забезпечення локального та децентралізованого контролю обладнання

для оператора;

- Функції дистанційного керування.

Всі дані і параметри, необхідні для роботи, можуть бути введені в прилад з локальної панелі управління або віддалено за допомогою терміналу (ПК або ноутбука). Також можливе перемикання на резервний комплект. Для забезпечення цілісності даних ці операції (введення/зміна) можливі лише під час технічного обслуговування. Доступ до системи захищений процедурою встановлення пароля з різними рівнями захисту[18].

1.3. Бортове обладнання системи VOR

Бортове обладнання, що використовується для вимірювання азимута за сигналами радіомаяка VOR, складається з антени, приймача і покажчика напрямку (Рис 1.7.).

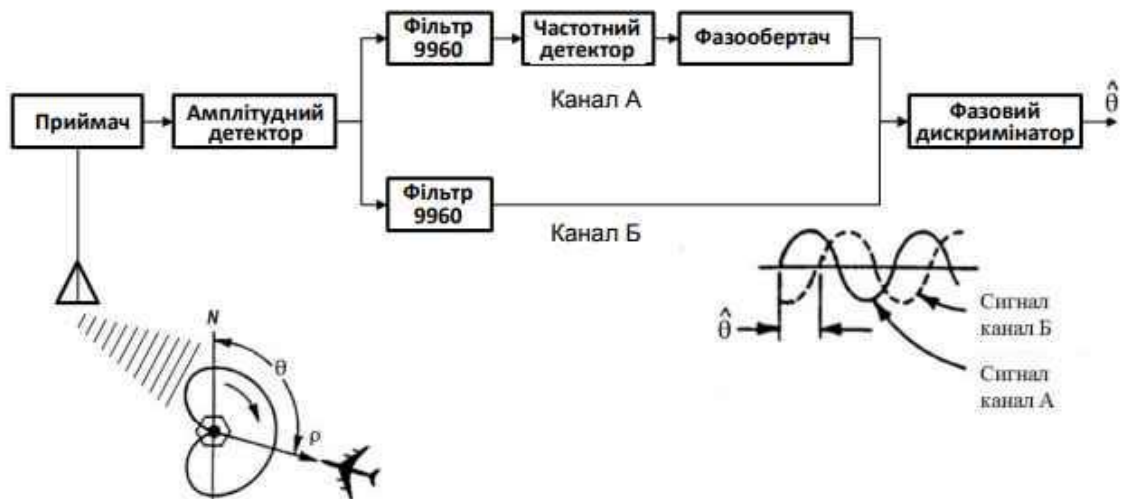


Рис 1.7. Схема обробки сигналів в бортовому обладнанні системи VOR

Відповідно до сигналу маяка VOR, на вихід амплітудного детектора приймача надходить сигнал зі змінною фазою 30 Гц і сигнал 9960 Гц. Останній надсилається на частотний детектор, і на його виході отримуємо сигнал постійного струму 30 Гц. Цей сигнал через фазообертач подається на один вхід фазообертача. На інший вхід фазообертача подається сигнал змінної фази 30 Гц, пропорційний азимутальному куту точки прийому. На виході фазообертача формується сигнал розузгодження, який визначає поточний азимут [18].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В цьому розділі ми ознайомилися з радіомаяками VOR. VOR - це маяки, які надають пілоту інформацію про напрямок руху, дозволяючи йому летіти заздалегідь обраним курсом від позиції однієї системи VOR до позиції іншої.

VOR-маяк надає наступну інформацію пілоту через бортовий приймач:

1. **Азимут** – кут між напрямком на магнітний Північ і напрямком «наземний радіомаяк – літак».
2. **Курс**, який вказує, чи знаходиться ПС зліва або праворуч від заданого курсу (лінії положення), або знаходиться точно на курсі.
3. **Індикація** «від / на», яка вказує, чи летить ПС на радіомаяк або від нього.

До складу системи входять наступні функціональні блоки:

- Передавач (одинарний або подвійний);
- Монітори в одинарному або подвійному виконанні;
- Інтерфейс локальної/віддаленої лінії зв'язку;
- Блок живлення;
- Антенна система.

РОЗДІЛ 2

СУПУТНИКОВА СИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ТА ЗАХИЩЕНОГО УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

2.1. Супутникова система Iris в Європі

Супутникова система Iris готова стати ключовим елементом успішного впровадження в Європі служб передачі даних для управління повітряним рухом і може стати основою глобального рішення [19].

Iris — це супутникова система Data Link Service (DLS), яка фінансується та підтримується Європейським космічним агентством (ESA). Він заснований на технології Inmarsat SwiftBroadband-Safety, яка вже схвалена для використання в океані обслуговуванням повітряного руху (ATS), і незабаром її буде розширено для використання в континентальному повітряному просторі для надання послуг ATS за каналом передачі даних (відомих як ATN B1 і ATS). B2) та оперативного зв'язку авіакомпанії (АОС).

Розроблений для ESA промисловим консорціумом світового класу на чолі з Inmarsat, Iris уже вносить свій внесок у авіаційну стратегію Європейської комісії (ЄК) та світове авіаційне співтовариство; незважаючи на це, необхідні додаткові інституційні та програмні кроки з боку спільноти організації повітряного руху (АТМ) для інтеграції Iris у комунікаційну мережу АТМ та для її використання авіакомпаніями та постачальниками аеронавігаційних послуг [19].

Inmarsat планує поширювати послуги Iris через постачальника послуг Iris (ISP). Inmarsat працює над вибором найкращого партнера, який стане провайдером. Інтернет-провайдер відповідатиме за надання послуг Iris ПАНО відповідно до норм ЄС.

Організацію розподілу послуг буде завершено до 2022 року (цьому не сприяє поточна економічна ситуація внаслідок COVID-19) і вона буде сумісна з реорганізацією послуг каналу передачі даних, визначеною менеджером з

розгортання SESAR згідно з мандатом ЕС. Очікується, що ISP подасть заявку на схвалення до EASA відповідно до регламенту 2017/373 до комерціалізації послуг Iris в Європі. Тим часом ESA та EASA створили консультативну групу з метою інформування та узгодження діяльності з підготовки до сертифікації з новим законодавством ЄС, що стосується послуг CNS в авіації.

Розгортання наземної технологічної системи, відомої як VDL2 (яка була передбачена регламентом ЄС 29/2009), явно демонструє труднощі в досягненні належних характеристик DLS, що впливає на ефективне оперативне використання мережі ATM. Звіт про архітектуру та стратегію розгортання DLS, розроблений SDM і поданий до Європейської комісії, закликає до «необхідності підтримки впровадження додаткових комунікаційних технологій якомога швидше, розвантажуючи канали VDL M2» [19].

Європа вже має один із найбільш перевантажених повітряних просторів у світі, і очікується, що повітряний рух подвоїться до 2035 року. Невизначеність можливостей DLS може поставити під загрозу амбітні цілі, поставлені ЄК через Європейську авіаційну стратегію, опубліковану в грудні 2005 року.

Навіть у той час, коли COVID-19 сильно впливає на світову економіку, включно з авіаційним сектором із серйозним колапсом пасажиропотоку, без вагань інтеграція всіх відповідних і доступних технологій в архітектуру DLS є правильною можливістю для Європи досягти цифрових технологій. трансформація та зелена угода, яких так багато прагне Європейська комісія. Ця криза може фактично спровокувати цифрову трансформацію промисловості, щоб негайно підвищити ефективність і скоротити витрати, в той же час підготувавшись до майбутнього, коли вимоги до продуктивності, безпеки та потужності стануть суворішими [19].

Iris — це готова технологія, яка може своєчасно забезпечити необхідні показники ATS у доповненні до наземного VDL Mode 2; це вимагає, щоб критична маса користувачів була оснащена Iris, коли це необхідно, а також відповідна кількість ПАНО для надання послуг. Це вимагає негайного впровадження відповідного плану розгортання та пакету нормативних актів, включаючи схему фінансування та стимули для авіакомпаній і ПАНО, щоб мати готові послуги вчасно

з очікуванням відновлення пасажиропотоку [19].

За погодженням із Спільним підприємством SESAR (SJU) Iris розроблено таким чином, щоб відповідати не лише стандартам, технічним характеристикам і вимогам, а й підтримувати послуги «повітря-земля» як для ATS, так і для служб АОС, що потребують даних, забезпечуючи достатню пропускну здатність у найближчому майбутньому. -термін з потенціалом легкого масштабування для майбутніх потреб. Нещодавнє дослідження потужності, проведене консорціумом Iris відповідно до припущень SESAR Deployment Manager, дійсно підтвердило, що Iris має необхідну потужність із великим запасом для підтримки як обсягу даних, які очікується вивантажити з VDL2, так і збільшення трафіку в наступні роки [19].

Крім того, Iris підтримує додатки ADS-C (EPP), які є ключовими факторами для i4D, які можуть забезпечити оптимізацію маршруту, зменшити споживання палива завдяки меншій кількості моделей утримування та відповідне скорочення викидів CO₂ за політ; загалом набагато краща ефективність авіації. Використання додатків ADS-C може мати значний вплив на головні хаби аеропортів як для національних, континентальних, так і прибуття міжконтинентальних рейсів за рахунок зменшення затримок і заторів і, таким чином, покращення транспортного потоку.

Підсумовуючи: Iris — це легкодоступне рішення, яке реалізує авіаційну стратегію ЕС. Він базується на таких основних принципах:

- Відповідність вимогам безпеки та продуктивності ATS як у короткостроковій, так і в середньостроковій перспективі (ATN B1 та ATS B2 відповідно, включаючи ADS-C);
- Миттєве покриття Європи та масштабованість для того, щоб стати глобальним глобальним компонентом для підтримки зв'язку АТМ повітря-земля;
- Висока пропускна спроможність, що гарантує необхідну продуктивність для служб безпеки ОПР, а також підтримує потребу в даних послуг АОС, необхідних для операцій авіакомпаній;
- Стійкість до зловмисних атак завдяки наскрізним безпечним і резервним

механізмам;

- Безперервність, стаючи стрижневою частиною майбутнього зв'язку повітря-земля інфраструктура, що підтримує майбутні потреби ОПР;
- Масштабованість і рентабельне рішення, що використовує багатofункціональність природа супутникового зв'язку інфраструктури, яка обслуговує велику клієнтську базу постійно вимагати нових, високопродуктивних функцій;
- Майбутня перевірка, оскільки оновлення існуючої системи можна буде поступово впроваджувати для задоволення майбутніх вимог щодо покращення продуктивності відповідно до майбутніх стандартів ATN-IPS.
- Готовий до підключення до спільної європейської інфраструктури банкоматів.

Досягнуті результати базуються на залученні провідних європейських інституційних зацікавлених сторін (ЄС, Спільне підприємство SESAR, менеджер з розгортання SESAR, EASA та EUROCONTROL). ESA прагне продовжувати цю співпрацю з європейськими інституціями на підтримку політики Єдиного європейського неба, визначеної ЄК. З цією метою ESA підписала Меморандум про співпрацю зі спільним підприємством SESAR (SJU), менеджером з розгортання SESAR (SDM) і EASA, щоб гарантувати відповідність Iris необхідним стандартам і правилам. Обмін між залученими сторонами спрямований на забезпечення повної видимості та повної впевненості в результатах усіх заходів, пов'язаних з Iris, які здійснюються або плануються ESA [19].

Технологія Iris — це реальність, яка також базується на важливих етапах технічної перевірки, досягнутих у рамках програми SESAR, де Iris є рішенням № 109 каталогу SESAR. Додаткові дії з перевірки були проведені в рамках програми ESA Iris через кілька випробувальних кампаній (остання в липні 2018 року), демонструючи, що Iris відповідає цільовим вимогам до продуктивності ATM.

Система Iris готується до проведення широкомасштабної валідації з використанням сертифікованої авіоніки, яка виконує польоти на прибуткових

рейсах комерційних авіакомпаній (так зване «раннє впровадження Iris» у 2022-2023 роках. Спостережувані характеристики будуть проаналізовані за підтримки кількох європейських ПАНО у співпраці з EUROCONTROL/Network Manager, тоді як авіакомпанії використовуватимуть комерційні та експлуатаційні переваги Iris.

«Рання впровадження Iris» прокладе шлях до повного впровадження системи Iris, яка спиратиметься на загальну дорожню карту перевірки та розгортання, яку ESA визначає з основними європейськими зацікавленими сторонами [19].

Основні зацікавлені сторони ATM вже визнають, що SATCOM є одним із найдосконаліших доступних на сьогодні рішень для доповнення VDL2 у короткостроковій та середньостроковій перспективі, маючи при цьому великий потенціал для підтримки глобального зв'язку ATS повітря-земля в довгостроковій перспективі.

З точки зору регулювання, згідно з мандатом ЄС, EASA вже працює над визначенням нового DLS-IR. Це має призвести до підходу, заснованого на продуктивності, зосередженого на послугах і пов'язаних з ними характеристиках, а не на технології надання DLS (подальша інформація про яку надається в цьому документі). Чітке визнання EASA технології Iris як прийнятного засобу відповідності такому новому законодавству стане ключем до розблокування фінансування для авіакомпаній та інших зацікавлених сторін і, таким чином, дозволить критичній масі літаків оснастити Iris [19].

Збереження лідируючої позиції Європи в цьому процесі в єдиному європейському фронті дасть європейській промисловості конкурентну перевагу порівняно з іншими світовими гравцями, а також зробить значний внесок у спільні глобальні авіаційні цілі.

2.2. Організація повітряного руху в європейському та глобальному контексті

У грудні 2015 року ЄС сформувала комплексну Європейську авіаційну стратегію для впровадження нової адміністративної, експлуатаційної та технічної

концепції організації повітряного руху [19].

Очікувані переваги для зацікавлених сторін організації повітряного руху (АТМ) такі: можливість триразового збільшення пропускної здатності, що зменшить затримки як на землі, так і в повітрі; підвищення безпеки в 10 разів; дозволити зменшити на 10% вплив польотів на навколишнє середовище; і надавати послуги АТМ користувачам повітряного простору за вартістю щонайменше на 50% нижчою.

Щоб підтримати таку амбітну мету, програма дослідження АТМ Єдиного європейського неба (SESAR) випустила Генеральний план АТМ окреслення суттєвих операційних і технологічних змін, необхідних для досягнення покращень з точки зору операційної ефективності, потужності, безпеки та безпеки.

SESAR визнав технологічну модернізацію каналу передачі даних повітряно-земляного обслуговування повітряного руху (АТМ) ключовим засобом переходу до операцій на основі траєкторії (ТВО). Завдяки ТВО траєкторії польоту постійно оновлюватимуться під час польоту та розподілятимуться між відповідними підрозділами обслуговування повітряного руху, щоб за допомогою стратегічних дій підтримувати оптимальну траєкторію до місця призначення, дозволяючи управлінню повітряним рухом пропонувати кращі маршрути, розташовувати літаки далеко вперед і максимізувати аеропорт. і місткість повітряного простору. Загальний ефект від оптимізації траєкторій літаків полягатиме в зменшенні спалювання палива, зменшенні затримок і менших викидах вуглекислого газу [19].

Крім того, безперервне збільшення трафіку як для авіації загального призначення, так і для нових областей (наприклад, БПЛА) є серйозною проблемою для систем АТМ, які повинні обробляти більший обсяг даних, одночасно забезпечуючи покращений рівень безпеки і безпеки. Авіаційна безпека вимагає надійності, а отже, надійного підходу до резервування, тоді як інтеграція безпеки в наскрізний ланцюг каналу передачі даних вже потрібна і буде життєво важливою для АТМ майбутнього [19].

Нарешті, ця нова технологія також буде використовуватися службами АОС з більш комерційної точки зору які потребують великої кількості послуг і постійно розвиваються; вони також є фундаментальними для діяльності авіакомпаній.

2.2.1. Служби передачі даних

Операції на основі траєкторії (ТВО) є основою Європейського генерального плану АТМ. ТВО повністю покладається на ефективний засіб обміну даними про траєкторію між літаком і диспетчером повітряного руху (АТС). Щоб досягти цілей Генерального плану, необхідною умовою є система передачі даних із належною якістю обслуговування, така як SATCOM [19].

У середньостроковій перспективі метою є створення «конвергентного» система передачі даних, яка працюватиме в усьому світі відповідно до поточного та наступного поколінь послуг передачі даних. Вимоги щодо безпеки, продуктивності та сумісності розвиваються, і наразі опубліковано стандарти для АТS Baseline 2 : він включає службу 4DTRAD, що має справу з узгодженням траєкторії та обміном, АDС-С ЕРР є підмножиною її обов'язковою відповідно до Регламенту ЄС РСР.

ІСАО схвалила його в Глобальному аеронавігаційному плані (GANP). Стратегія була розроблена в тісній співпраці з програмою NEXTGEN10 Федерального управління цивільної авіації. EUROCAE і RTCA спільно розробили стандарти.

У довгостроковій перспективі (з 2040 року і далі), після подальших досліджень і розробок і врахування уроків, отриманих під час початкового та часткового впровадження АТS В2, очікується ще один крок еволюції, коли всі літаки будуть оснащені цими можливостями, щоб отримати всі переваги ТВО; це «Повні 4D бізнес-траєкторії». Цей новий робочий контекст призведе до перегляду поточних вимог АТS В2; на даний момент це ще не повністю зріло, але вивчається в рамках програми SESAR. З цієї точки зору поточна співпраця ЕСА з SESAR JU є ключовою, особливо щодо еволюції вимог до продуктивності (експлуатаційні характеристики, безпека та безпека) майбутньої комунікаційної інфраструктури ОПП, щоб гарантувати, що SATCOM є однією з основних систем у цьому майбутня інфраструктура ОПП [19].

Крім того, на додаток до послуг каналу передачі даних АТS, система каналу передачі даних завдяки відповідній конструкції зможе підтримувати більш широке використання оперативного зв'язку авіакомпаній (АОС) екіпажами авіакомпаній,

диспетчерами, планувальниками та стратегічними планувальниками, зберігаючи при цьому необхідні характеристики для ATS.

Комунікації АОС мають стратегічний характер для виконання польотів, забезпечуючи регулярність польотів, і, як такі, повинні бути включені (безпечно) в основний потік служби передачі даних.

2.3. Послуги супутникової передачі даних у контексті SESAR

Супутниковий зв'язок відіграє важливу роль в комунікаційній інфраструктурі ATS як в Європі, так і в решті світу, забезпечуючи переваги з точки зору глобального покриття, підвищена надійність і збільшена місткість [19].

Супутникові системи вже використовуються в океанських і віддалених регіонах, де вони є єдиною доступною технологією передачі даних. Рішення конвергентного зв'язку «повітря-земля», що базується як на наземному, так і на супутниковому компоненті, підвищить надійність і стійкість у разі збоїв, таким чином покращуючи доступність послуг. Нарешті, супутниковий компонент забезпечить додаткову пропускну здатність (і, отже, збільшену пропускну здатність каналу передачі даних) для європейських континентальних операцій. Це може мати значну цінність, враховуючи, що пропускну здатність каналу передачі даних дуже потрібна для стимулювання розробки нових програм і послуг [19].

Дійсно, запровадження наземного VDL режиму 2 перешкоджало та відкладалося через його несподівані обмеження, особливо щодо пропускну здатності. Початковий намір Європейської комісії полягав у тому, щоб до 2015 року послуги ATN B1 використовувалися в Європі вище FL 285. Однак через проблеми з продуктивністю інфраструктури VDL Mode 2 це розгортання було відкладено до 2020 року. Це негативно впливає на впровадження нових Функціональні можливості банкоматів, які покладаються на ефективні та високопродуктивні канали передачі даних, затримують переваги, пов'язані з такими новими можливостями. У цьому контексті здатність SATCOM надавати послуги, сумісні з продуктивністю, на додаток до VDL Mode 2 (додаючи значну пропускну здатність) є ключовим активом

для Європи для досягнення цілей Генерального плану АТМ без подальших затримок.

У контексті програми ADS-C слід зазначити, що SATCOM також відіграватиме ключову роль в оптимізованому управлінні прибуттям рейсів (A-MAN), наприклад, у великих європейських аеропортах, особливо для прибуття міжконтинентальних рейсів. Управління диспетчерським контролем зможе налаштувати літаки раніше, коли вони літають на великих висотах над океаном, таким чином покращуючи транспортний потік (під час прибуття), зменшуючи витрати (менше спалюване паливо) і зменшуючи викиди.

2.4. Iris: внесок ESA в ATS Data Link Services

У 2008 році ESA розпочала програму Iris як внесок у послуги каналу передачі даних АТМ, щоб сприяти досягненню цілей Єдиного європейського неба, встановлених ЄК. Було налагоджено тісні робочі відносини зі Спільним підприємством SESAR, а тепер і з менеджером із розгортання SESAR, щоб забезпечити координацію та послідовність усіх європейських зусиль у цій сфері.

Після шестирічної фази досліджень за участю великих європейських космічних компаній у 2012 році ESA розпочало розробку та фазу перевірки/демонстрації «попередника» першого покоління, заснованого на службі SwiftBroadband-Safety (SB-S) Inmarsat і спираючись на Супутникова інфраструктура L-діапазону цього супутникового оператора.

Iris — це послуга, яка працює на розширеній службі Inmarsat SwiftBroadband Safety (SB-S) і широкосмуговій глобальній мережі (BGAN), для надання оперативної DLS авіакомпаніям і постачальникам аеронавігаційних послуг (ANSP). Iris розширює океанічне/дистанційне обслуговування SB-S на завантажені континентальні райони, починаючи з Європи, і масштабується до глобального покриття за рахунок підвищення безпеки та безпеки. Iris підтримує послуги безпеки для поточної та майбутньої аеронавігаційної телекомунікаційної мережі (АТН-В1 та АТН-В2) та будь-яких інших додатків АТМ, які вимагають ефективного каналу

передачі даних. Це включає в себе інші служби, що потребують даних, у домені АОС.

Ключові особливості Iris:

- Сумісність із вимогами безпеки для послуг каналу передачі даних АТС (ED-120 для АТН В1, ED-228А для АТН В1 та АТС В2);
- Функціональні можливості АТН/ОSІ будуть інтегровані в існуючу інфраструктуру каналу передачі даних АТС;
- Процедури безпеки для забезпечення захищених з'єднань між літаком і наземною мережею;
- Забезпечення безпечного наскрізного (від кабіни до наземних CSP/ANSР).
- Канали зв'язку для шляху даних, таким чином значно зменшуючи існуючі спільні загрози та ризики;
- Забезпечення надійнішого контролю для взаємної автентифікації та даних цілісності, якої немає в сьгоднішніх лініях зв'язку;
- Плани для загальноєвропейського постачальника послуг Iris, сертифікованого EASA.

2.4.1. Цінність для послуг АТС Data Link Services

Iris добре підходить для роботи в двоканальній або багатоканальній конфігурації разом із наземним компонентом VDL Mode 2, щоб забезпечити набагато більшу пропускну здатність і доступність каналу передачі даних. Отримана в результаті доступна смуга пропускання та пропускна спроможність забезпечують зростання передачі даних АТС і пропонують рішення для вимогливих нових послуг АОС. З точки зору витрат/вигод слід підкреслити, що Iris отримує переваги багатоцільової та існуючої інфраструктури SB-S Inmarsat (наприклад, спільне використання морських і наземних мобільних послуг), що робить Iris економічно життєздатним на відміну від розробки спеціальної системи АТМ [19].

Основні безпосередні переваги впровадження Ірису в Європі:

- Подовження терміну служби VDL Mode 2 та інфраструктури каналу передачі даних, уже розгорнутої для CPDLC, і прискорення надання переваг CPDLC;
- Підтримка безперервного зростання комунікацій АОС;
- Підтримка оперативного використання сервісів ANТ В1;
- Підтримка оперативного впровадження послуг АТS В2 (тобто послуг 4DTRAD), включаючи ADS-С ЕРР, як першого кроку до операцій на основі траєкторії у партнерстві з SESAR, ПАНО та авіакомпаніями;
- Вбудоване глобальне покриття послуг;

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2

Ірис було розроблено для підтримки послуг зв'язку повітря-земля для АТS та АОС. Основні зацікавлені сторони АТМ визнають, що Ірис є кандидатом, доступним для доповнення VDL Mode 2 у короткостроковій та середньостроковій перспективі [19].

Комунікаційна служба Ірис забезпечить:

Служби безпеки даних АТN/OSI підтримка таких програм:

- **Базовий рівень АТN 1-** поточний набір послуг каналу передачі даних АТS, підмножина CPDLC якого передбачена Правилком реалізації DLS;
- **Базовий рівень АТS 2-** запропонований майбутній набір послуг каналу передачі даних ОПР, передбачений для запровадження роботи на основі траєкторії, з лише невеликою підмножиною, тобто послуга ADS-С ЕРР;
- **Служби безпеки даних АСARS** -існуючі канали передачі даних FANS1/A для віддалених і океанічних регіонів, реалізовані для поточної SBB Oceanic Safety;
- **Голосове обслуговування кабіни для океанського повітряного простору-** канали з комутацією каналів (CS) і пріоритетні канали з комутацією пакетів (PS) будуть надані для голосового зв'язку в кабіні;
- **Служба даних AIS/АОС** -служби інформації та оперативного контролю авіакомпаній.

РОЗДІЛ 3

ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ IRIS

3.1. Основні компоненти системи Iris

Архітектура високого рівня Iris складається з трьох основних компонентів: наземного сегмента, космічного сегмента (супутник) і аеросегмента (літак) [19].

Основні компоненти наземного сегмента Iris інтегровані в Aero Rack, який включає такі елементи:

AeGGWAero Ground Gateway – новий компонент для цієї системи. AeGGW — це фізична особа, яка обробляє трафік ATN/ACARS до/з AES. Він містить GDGW і маршрутизатор повітря-земля (AGR). AGR — це програмна функція маршрутизатора ATN/OSI в AeGGW, яка взаємодіє з ATSU/CMU на літаку. AeGGW направляє/отримує пакети ATN/OSI через наземний інтерфейс через AGR і доставляє їх через супутниковий канал через GDGW. Наземний шлюз безпеки GSGW є аналогом ASGW і завершує захищений VPN-тунель IPsec, створений AES.

GDGWGround Datalink Gateway підтримує комбіновану передачу трафіку ATN і ACARS по супутниковому каналу зв'язку, розширюючи аналогічні функції, розроблені та діючі для служби ACARS SB Oceanic Safety. Його однолітком є ADGW на літаку.

Основні компоненти Iris Aero Segment, які становлять однорангові об'єкти наземного сегмента, реалізовані в модулі супутникових даних (SDU) на терміналі SATCOM авіаційної земної станції (AES) і включають такі елементи:

ASGWAircraft Security Gateway, відповідальний за встановлення захищеного VPN-тунелю між літальним апаратом і його партнером GSGW, для забезпечення IPsec VPN для безпечного зв'язку повітря-земля [19].

ADGWAircraft Datalink Gateway розширює аналогічні функції, розроблені та діючі для служби SBB Oceanic Safety ACARS. Це функціональний блок у AES, який

відповідає за інкапсуляцію повідомлень ATN/ACARS в IP-оболонку, щоб дозволити їх надсилати на землю через SBB; і для деінкапсуляції отриманих IP-повідомлень ATN/ACARS для передачі до CMU повітряного судна.

Також на літаку знаходиться CMU (блок керування зв'язком). CMU керує зв'язком літака через численні підмережі, такі як наземний КХ, УКХ-радіо та супутниковий зв'язок, вибираючи, яку підмережу використовувати на основі доступності та місцевої політики маршрутизації.

Трафік ATN-OSI (тобто CM, CPDLC і ADS-C) надається ANSP через GGR CSP, які підключаються до AGR в AeGGW (Рис 3.1.). Очікується, що наземну мережу Iris можна буде легко налаштувати для підключення до майбутнього CEAB, коли стануть доступними вимоги та специфікації [19].

Основні компоненти, пов'язані з SATCOM для надання послуг на базі Iris Swift Broadband (SBB), включають наступні ключові компоненти.

CN(базова мережа) надає послуги, комутацію та маршрутизацію трафіку до та з AES через RAN до зовнішніх наземних мереж. CN складається з набору мережевих вузлів UMTS, що мають окремі домени з комутацією пакетів і комутацією каналів [19].

RAN(Мережа радіодоступу) відповідає за всі пов'язані з радіо аспекти наземної системи Inmarsat BGAN. Він контролює зв'язок AES через супутникову мережу з землею. Кожен супутник Inmarsat обслуговується принаймні одним RAN.

Супутниковий парк INMARSAT I4 і Alphasat розгорнуті по всьому світу і покривають близько 98% поверхні Землі (за винятком деяких полярних регіонів вище 70-80 градусів широти).

3.2. Архітектура резервування та безпеки Iris

Система Iris має відповідати суворим цілям щодо доступності мережі та збоїв у наданні послуг. Щоб задовольнити ці експлуатаційні вимоги, було розроблено комплексне резервне системне рішення без окремих точок [19].

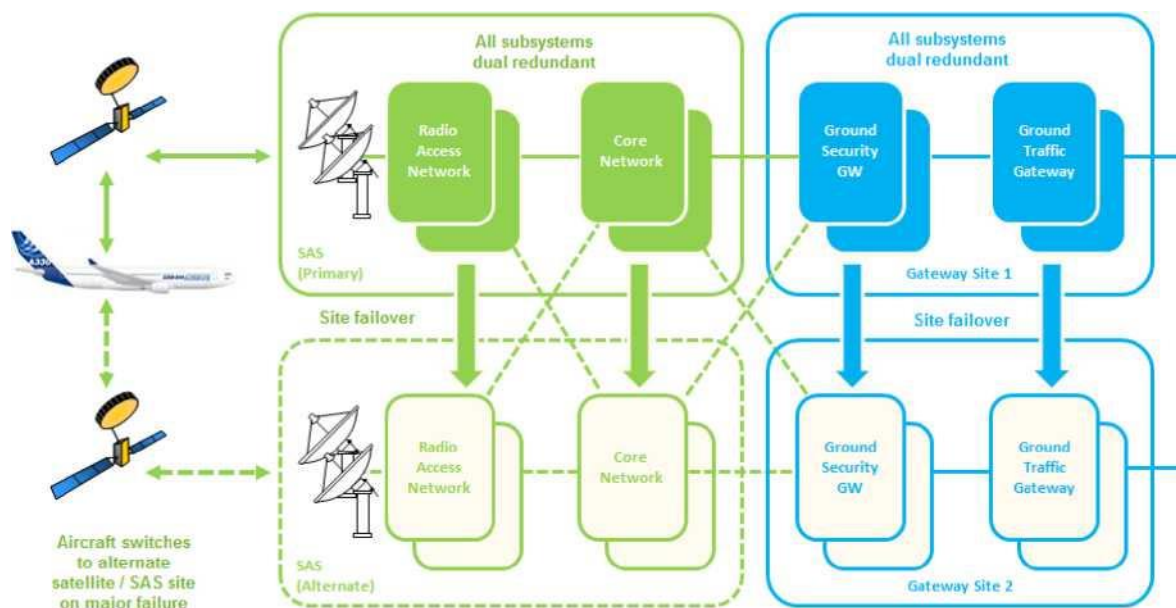


Рис 3.1. Архітектура резервування Iris

Рішення Iris також включає механізми безпеки для забезпечення наскрізної автентичності та цілісності обміну даними ATS. Цей підхід спрямований на встановлення безпечних доменів для послуг Iris у наземному та повітряному сегментах для доставки трафіку каналу передачі даних ATS;

він також передбачає впровадження необхідних засобів контролю для забезпечення безпечного керування обладнанням у цих доменах [19].

3.3. Місткість і швидкість оснащення

Консорціум Iris провів дослідження потужності під наглядом ESA, результати якого демонструють, що існуюча супутникова інфраструктура Inmarsat здатна підтримувати попит на трафік, необхідний для полегшення VDL2 до 2040 року і далі. Це стосується як попиту на пропускну здатність у кожному сполучному промені супутника, так і попиту на загальному рівні системи в європейській континентальній зоні [19].

Інша важлива оцінка, проведена в рамках дослідження, оцінює необхідну

кількість оснащення літаків Iris з 2024 року. Потім це порівнюється з поточними промисловими прогнозами, підкреслюючи необхідність відповідних стимулів з боку ЄК, які б заповнили розрив між фактичною швидкістю оснащення Iris та необхідною швидкістю оснащення (якщо стимули доступні), щоб істотно розвантажити VDL2 [19].

Промисловий сценарій авіаційного обладнання Iris оновлено на основі очікуваних ринкових можливостей і з урахуванням останньої доступної інформації про можливий вплив COVID-19 на поставки літаків. Однак постійний моніторинг ситуації, що розвивається, вважається необхідним для досягнення більш детального розуміння впливу на екосистему авіації. Легка інтеграція Iris в архітектуру DLS справді є правильною можливістю для Європи досягти цифрової трансформації та зеленої угоди, щоб негайно підвищити ефективність і скоротити витрати, в той же час підготувавшись до майбутнього, коли вимоги до продуктивності, безпеки та потужності стануть вищими. більш жорсткі через збільшення трафіку [19].

Здатність забезпечити необхідний трафік даних є ключовим аспектом рішення Iris як додаткової технології до VDL2. Дійсно, дослідження для характеристики продуктивності мережі VDL2, проведене під наглядом SDM, підкреслило, що поточна реалізація VDL2 вже стикається з дефіцитом пропускнуої здатності. Навіть з урахуванням можливих заходів пом'якшення, таких як надання додаткових частот VDL2, нинішня наземна мережа ATM зазнає серйозної нестачі пропускнуої здатності до середини цього десятиліття.

Негайне запровадження додаткових комунікаційних технологій банкоматів є єдиним життєздатним рішенням як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, щоб мати своєчасне задовільне обслуговування, коли пасажиропотік знову зросте після подолання наслідків кризи COVID-19.

Iris — це єдина готова технологія, заснована на існуючій мережі Inmarsat, яка може негайно забезпечити необхідні показники ATS для подолання такого браку пропускнуої здатності. Дослідження ємності, проведене під наглядом ESA та засноване на тих самих сценаріях, послугах і припущеннях про застосування, що розглядалися SDM, чітко показало, що система Iris має великі запаси з точки зору

доступного спектру, щоб ефективно доповнювати VDL2, розвантажуючи трафік, який інакше не підтримуватиметься існуючою інфраструктурою VDL [19].

Оцінка пропускної здатності, проведена консорціумом Iris, охоплює 2024-2040 роки та розглядає два варіанти каналізації для VDL2: чотири частоти плюс загальний сигнальний канал (CSC), який позначається як C4A, і шість частот плюс CSC, позначений як C6A.

Симуляції пропускної здатності Iris беруть вхідний трафік (за тим самим припущенням, що і вправа, виконана SDM до COVID), включаючи як ATS, так і АОС, і оцінюють кількість операторів SATCOM, необхідних для передачі такого трафіку, шляхом точного моделювання системи Iris, у відповідати вимогам до затримки кожної програми [19].

Результати показують, що базова інфраструктура SATCOM може передавати трафік, необхідний для розвантаження VDL2, коли для наземної системи розглядаються чотири або шість частот. Зокрема, сценарій із найбільшим споживанням пропускної здатності відповідає 2040 році, припускаючи високий профіль зростання трафіку, де потрібні максимум три несучі Iris 200 кГц у найбільш завантаженому промені SATCOM для зворотного зв'язку. На рівні системи Iris необхідно близько 50 операторів по всій зоні покриття: поточна система Inmarsat може впоратися з цим попитом на пропускну здатність, яка значно нижча за загальну межу можливостей системи [19].

Дослідження також визначило необхідну кількість літаків, обладнаних Iris, щоб своєчасно забезпечити ефективне розвантаження мережі VDL2 від надлишкового трафіку (тобто, щоб уникнути насичення), яку ще потрібно оновити з урахуванням впливу COVID-19 .

На наступному малюнку представлено порівняння між поточним прогнозом рівня спорядження Iris, який також називають промисловим сценарієм, і теоретично необхідною кількістю літаків, обладнаних Iris, які розглядаються в дослідженні пропускної здатності Iris [19].

Промисловий сценарій ґрунтується на промислових і ринкових планах, розроблених за участю експертів, зокрема виробника літаків Airbus, оскільки літаки

сімейства Airbus, ймовірно, складатимуть значну частку перших користувачів Iris. Він не враховує можливі стимули, доступні авіакомпаніям, коли Iris визначено як важливий фактор реалізації генерального плану АТМ.

Крім того, промисловий сценарій враховує останню доступну інформацію про розробку авіоніки та найкраще розуміння на сьогодні можливого впливу COVID-19 на поставки літаків, хоча це ще належить підтвердити [19].

Як і очікувалося, слід зазначити, що вплив COVID-19 на рівень трафіку і, отже, на необхідну кількість повітряних суден, визначену в результаті дослідження пропускної спроможності, не було враховано: спочатку (до COVID-19) визначене зростання трафіку вважається «реалістичним», і показано обидва результати для чотирьох і шести варіантів частот [19].

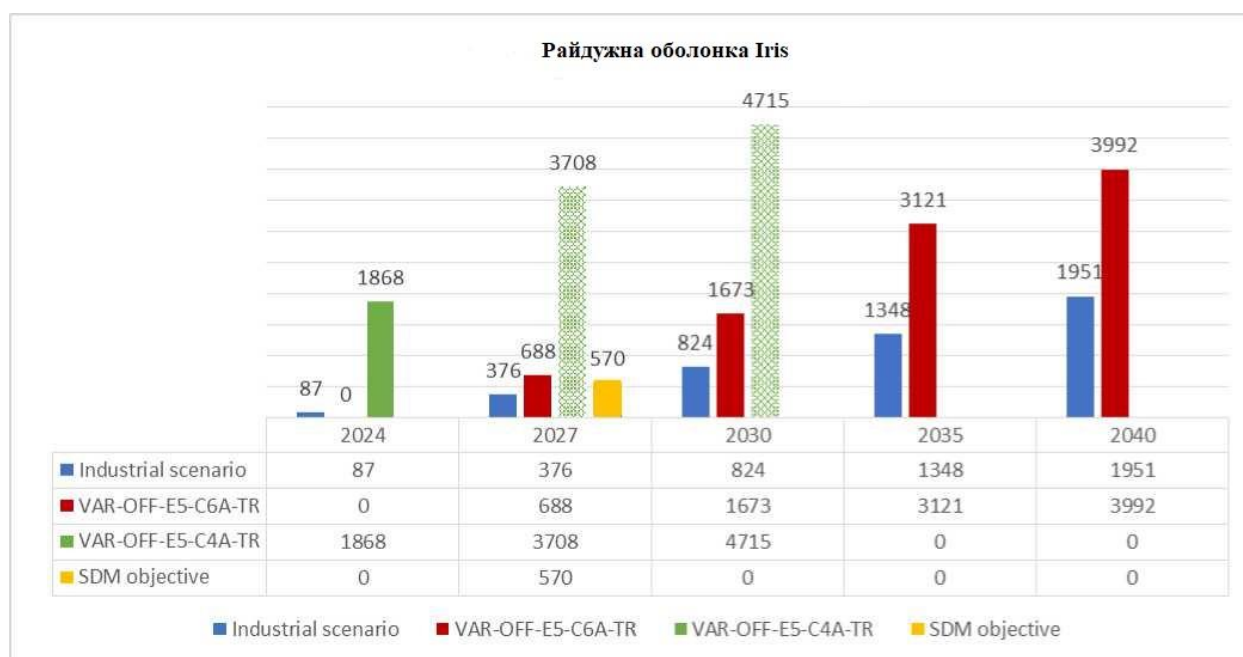


Рис 3.2. Порівняння між прогнозом швидкості оснащення Iris (промисловий сценарій) і результатами дослідження потужності Iris для сценаріїв 4 (VAR-OFF-E5-C4A-TR) і 6 (VAR-OFF-E5-C6A-TR) каналів

Наведений вище рисунок показує, що:

- Існує значний розрив між промисловим сценарієм і потребами (за винятком 2024 року, коли для VDL2 доступні шість частот);

- Навіть врахування робочого припущення про те, що до 2027 року принаймні 5% рейсів будуть оснащені додатковим зв'язком, недостатньо для обох варіантів із чотирма та шістьма частотами на VDL2. (Мета 5% була встановлена в ході обговорення з SDM)

- Залежно від можливості реалізувати перехід мережі VDL2 з чотирьох каналів на шість каналів, ситуація може бути критичною в 2024 році або навіть раніше.

Навіть якщо сценарій з шістьма каналами буде реалізовано з 2024 року, оснащення флоту має розпочатися у 2022/2023 роках для досягнення мети 2027 року (688 А/С) із реалістичним нарощуванням.

Це вимагатиме значних стимулів ЄС для прискорення оснащення Iris флоту ЕСАС [19].

Виходячи з наявних даних, стратегія, яка включала б стимули з боку ЄС, підвищивши рівень передньої установки Iris і частково звернувшись до модернізації, дозволило б заповнити розрив між поточною очікуваною кількістю літаків, обладнаних Iris, і кількістю необхідних літаків, обладнаних Iris [19].

3.4. Перевірка райдужної оболонки

Скоординована та доповнювальна передексплуатаційна перевірка наскрізної системи зв'язку Iris була проведена в рамках ESA Iris Precursor та SJU за допомогою кількох випробувальних кампаній (остання в липні 2018 року), продемонструвавши, що Iris відповідає цільовим вимогам до продуктивності. Валідацію було успішно проведено з використанням аеротерміналів Honeywell і випробувального стенду Airbus в Тулузі [19].

Наразі Iris завершує індустріалізацію всіх своїх компонентів, що працюють із Multilink, щоб стати сертифікованою та робочою системою, сумісною з ATN В1 та В2 до 1 кварталу 2022 року, з деякою затримкою, яка очікується після COVID-19

Наступним етапом Iris для досягнення цієї мети є широкомасштабна перевірка. Початкова операційна спроможність (ІОС) включає ключову віху в плані

впровадження системи, так звану Iris «Early Implementation» або Iris Pilot. У 2022-2023 роках він оснастить сертифіковане авіонікою, що виконує польоти (з вибраними авіакомпаніями) протягом 12-18 місяців (уточнюється), що дозволить продемонструвати відповідність наскрізним вимогам безпеки та ефективності для ATN B1 та ATS B2 у умови експлуатації [19].

Роботи Iris будуть контролюватися Євроконтролем у його ролі Менеджера мережі для функцій мережі повітряного руху Єдиного європейського неба за підтримки кількох європейських ПАНО. Тим часом залучені авіакомпанії аналізуватимуть переваги Iris для послуг АОС. EASA матиме повну видимість цього етапу та буде активно контролювати раннє впровадження Iris, надаючи відгуки та поради.

Цей етап має бути доповнений дуже великомасштабними демонстраціями, які будуть виконані в рамках програми SESAR2020. Оновлення Iris на довгострокову перспективу вивчаються, щоб оцінити, як майбутні вимоги до продуктивності будуть задоволені з 2030 року [19].

3.5. Короткострокове рішення Multilink і довгострокове бачення

Multilink є ключовим фактором для ефективної інтеграції Iris в існуючу інфраструктуру каналу передачі даних ATN/OSI. Щоб спростити впровадження, Iris використовує концепцію багатоканального зв'язку, визначену та підтверджену SESAR JU як частину PJ14.2.2 Task 6. Промисловий консорціум Iris додатково розробив деталі реалізації цієї підтвердженої концепції за допомогою постачальників послуг, постачальників наземної промисловості, виробники авіоніки та літаків, а також ПАНО [19].

Принципи роботи Multilink.

Якщо на борту літака доступні кілька підмереж ATN (наприклад, Iris Satcom і VDLm2), одна з них попередньо вибирається як «переважна» та використовується за замовчуванням для зв'язку, коли вона працює. Авіакомпанії визначають таке бажане посилення для кожного літака. Параметри можна встановити незалежно для трафіку

АТС і АОС і в будь-якому випадку обробляються та застосовуються окремо [19].

Параметри авіакомпанії статично зберігаються в наземній системі Iris і періодично оновлюються для забезпечення синхронізації з конфігураціями літака. Після входу в службу ATN/OSI на літаку такі параметри згодом поширюються від маршрутизатора Iris Air Ground Router до суміжних об'єктів ATN (CSP або ANSP) за допомогою протоколу міждоменого маршрутизації (IDRP) і стандартних процедур ATN.

Бортовий маршрутизатор використовує бажане з'єднання, статично налаштоване на ATSU/CMU літака. З Airbus ATSU це означає, що Airborne Router встановлює додаткові атрибути маршруту для маршрутів Satcom або VDL2 відповідно до статичної конфігурації літака [19].

Для низхідного трафіку ATN/OSI бортовий маршрутизатор вибирає на пакетній основі підмережу повітря-земля, яка відповідає маршруту з вищим пріоритетом відповідно до стандартних процедур ATN. Дотримуючись аналогічної стратегії висхідного трафіку ATN/OSI, Ground Anchor Point вибирає підмережу повітря-земля, яка відповідає маршруту з вищим пріоритетом відповідно до стандартних процедур ATN. Має бути гарантована симетрична маршрутизація трафіку висхідного та низхідного каналів [19].

Динамічний характер з'єднання «повітря-земля», притаманний аеронавігаційному мобільному зв'язку, потребує додаткових засобів, що забезпечують своєчасне перемикання на альтернативне з'єднання кожного разу, коли бажане з'єднання стає недоступним.

З цією метою доступність підмережі постійно контролюється з повітряної та наземної сторони. На борту літака будь-яка зміна доступності підмережі сповіщатиметься комунікаційним обладнанням (блоком супутникових даних SATCOM і радіоканалом VDL2) на бортовий маршрутизатор, який, у свою чергу, відповідно оновлюватиме інформацію про маршрут. На наземній стороні будь-яка зміна доступності підмережі буде повідомлена Air Ground Router. Наземний маршрутизатор Iris Air буде відповідати за повідомлення про зміни в доступності підмережі Iris для мережі ATN за допомогою стандартних механізмів IDRP. Таким

чином, передача здійснюється за допомогою вже існуючих протоколів і методів [19].

3.6. Розгортання райдужної оболонки

ESA та промисловий консорціум Iris на чолі з Inmarsat впроваджують і співфінансують усі заходи, які забезпечать Iris IOC з 2024 року, для цього потрібна повна інтеграція між наземними та повітряними елементами. Два постачальники авіоніки розробляють термінали SATCOM і змінюють блоки зв'язку (ATSU/CMU). Сертифікація запланована на 2022 рік відповідно до фази раннього впровадження Iris [19].

Діяльність, пов'язана з впровадженням Iris, здійснюватиметься у співпраці з SESAR DM, з кінцевою метою створення глобальної комунікаційної мережі ATN, де впровадження компонента SATCOM є результатом спільних зусиль ESA та промисловості.

У цьому контексті Iris Early Implementation можна розглядати як першу віху спільного процесу валідації/впровадження, де всі основні інституційні партнери ESA (серед яких: SJU, SDM, EASA, Eurocontrol) нададуть свій досвід і внесок і будуть бути в курсі розгортання та еволюції Iris, що в кінцевому підсумку може призвести до спільної програми розгортання для підтримки загальноєвропейського розгортання Iris як елемента стратегії DLS.

3.7. Ірис у майбутньому

Відповідно до очікувань аеронавігаційного співтовариства, ЄС готується до повної цифрової трансформації ATM, до вищого рівня автоматизації та віртуалізації. Мета полягає в тому, щоб задовольнити зростаючий рівень продуктивності та пропускної спроможності, необхідних для європейської авіації, яка переходить від звичайних літаків до потенційно сотень тисяч автоматизованих повітряних транспортних засобів/пристроїв із високим зв'язком, які пропонують розширені послуги на основі даних [19].

У цьому контексті Iris прагне стати ключовим чинником для модернізації та раціоналізації операцій банкоматів, як основного компонента, що дозволяє європейській інфраструктурі зв'язку, навігації та спостереження (CNS) надавати покращені послуги.

Завдяки консолідації та використанню результатів програми Iris with Initial Operational Capability (Iris IOC), програма Iris підтримує:

- **Оновлення наземного сегмента постачальника послуг Iris.** Iris розробить інтерфейс SATCOM до загальноєвропейської магістралі ATN для оперативного використання Iris у багатоканальному середовищі. У тісній співпраці з менеджером із розгортання SESAR постачальник послуг Iris переведе Iris до повного оперативного розгортання.

- **Розробка систем і технологій для глобальної еволюції Iris.** Iris готує перехід на інтернет-протоколи (ATN-IPS) відповідно до стандартів, які визначаються на рівні ICAO. У цьому контексті ESA співпрацює з декількома SESAR-JU над поточними проектами (107 і 77), щоб перевірити наскрізні сценарії IPS і зібрати дані перевірки для використання на підтримку стандартизації ICAO. Ці заходи IPS прокладуть шлях до операційної еволюції Iris, яка передбачатиме підтримку як ATN-OSI, так і ATN-IPS для ATM.

- Iris також продовжить підтримувати Hyper Connected ATM – тобто майбутні послуги ATS і AOC (Airline Operation Communication), які вимагатимуть більшої пропускної здатності та продуктивності.

- **Удосконалення Iris для того, щоб стати основним компонентом європейської інфраструктури зв'язку, навігації та спостереження (CNS).** Плануються технологічні розробки для інтеграції зв'язку з навігацією та службами спостереження в раціоналізовану інфраструктуру CNS для оптимізації управління повітряним рухом. Розвиток супутникових угруповань підтримуватиме поточні та майбутні операції ATM на всіх етапах польоту [19].

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3

Супутникова система ESA Iris, розроблена промисловим консорціумом світового класу на чолі з Inmarsat, являє собою будівельний блок цифрової трансформації європейського ATM і значний внесок в авіаційну стратегію ЄС і всесвітню авіаційну спільноту [19].

Оскільки всі заходи щодо індустріалізації Iris завершуються, а наскрізна інтеграція системи наближається до завершення, Iris рухається вперед до свого оперативного використання в європейському небі, щоб забезпечити додаткове рішення для VDL2 через програми ATN B1 і B2. Зараз важливо визначити чітку структуру розгортання, щоб зацікавлені сторони банкоматів могли планувати необхідні інвестиції в послугу.

Основні підготовчі заходи до етапу експлуатації Iris включають:

- Обґрунтування безпеки розробляється європейськими ПАНО;
- Процедури моніторингу продуктивності Iris, які повинен виконувати менеджер мережі;
- Вибір постачальника послуг Iris для комерційного використання послуг Iris.

Як показано в Дорожній карті Iris, що додається, цільовий вихід на повне обслуговування планується до 1 кварталу 2022 року (вплив COVID-19 буде проаналізовано) [19].

Незважаючи на те, що було показано, що система Iris може ефективно доповнювати VDL2, забезпечуючи таку необхідну додаткову потужність, вона потребує кількох літальних апаратів, оснащених Iris, а також кількох ПАНО для надання послуг. Це вимагає узгодженого плану розгортання та нормативно-правової бази відповідно до європейської стратегії DLS, що спирається на додаткові технології. Стимули для авіакомпаній і постачальників аеронавігаційних послуг прискорять оснащення Iris (переднє встановлення та модернізація), щоб ефективно пом'якшити очікуване перевантаження системи VDL2 і підтримати цифрову трансформацію європейського неба [19].

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ НАВІГАЦІЙНОГО ПРИЙМАЧА

4.1. Структура навігаційного приймання

Навігаційний приймач призначений для визначення просторових координат, вектора швидкості, поточного часу та інших параметрів навігації, отриманих в результаті прийому та обробки радіосигналів від навігаційних супутників [1].

На вхід приймача надходять радіосигнали від супутників, що у зоні радіовидимості споживача. Тому що для вирішення навігаційного завдання необхідно виміряти псевдодальність і псевдошвидкість щодо мінімум 4 супутників, то навігаційні приймачі доцільно будувати в багатоканальному виконанні (4-12 каналів у звичайних і 20-48 каналів у 2-частотних суміщених приймачах).

Сучасні навігаційні приймачі є аналого-цифровими системами. Перехід на цифрову обробку складає одній з проміжних частот, у своїй має місце тенденція до її підвищення. На (рис 4.1.) представлена функціональна схема навігаційного приймача GPS [1].

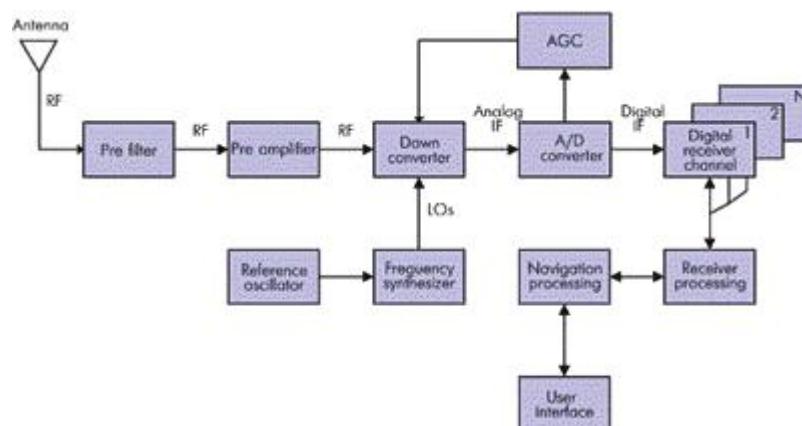


Рис 4.1. Функціональна схема навігаційного приймача GPS

Як правило, типовий приймач сигналів систем GPS складається із чотирьох функціональних частин:

- антеною системи;
 - радіочастотної частини;
 - цифровий блок кореляційної обробки;
 - навігаційного процесора.
- Як антена зазвичай використовується мікросмужкова антена, що володіє

малою масою і габаритними розмірами і простотою виготовлення.

Типові характеристики антени (для робочого діапазону частот 1570-1625 МГц):

- забезпечення роботи у тракті з хвильовим опором 50 Ом;
- коефіцієнт стоячої хвилі (КСВ) – не більше 2;
- коефіцієнт еліптичності антени у зеніті не менше 3,5;
- мінімальне значення коефіцієнта посилення щодо ізотропного випромінювача з круговою поляризацією – 5–8 дБ.

В антені може бути встановлений попередній підсилювач. Він потрібний для посилення сигналу до такого рівня, щоб при передачі кабелем (20-40 м) до входу в радіочастотну частину приймача сигнал був досить потужним. Попередній підсилювач забезпечує в робочому діапазоні частот коефіцієнт підсилення $\gamma \sim 30-40$ дБ та коефіцієнт шуму $K_{ш} = 2,5$ [2].

Зазвичай під радіочастотною частиною розуміють сукупність вхідних підсилювачів та фільтрів (Pre filter, Pre amplifier), систему 2- або 3-кратного гетеродинування (Down converter) та АЦП (A/D converter). При використанні багаторівневих АЦП виникає необхідність автоматичного регулювання посилення (Automatic Gain Control - AGC). У радіочастотній частині сигнали, прийняті антеною, попередньо посилюються і фільтруються по всій смузі (від 1570 до 1620 МГц для суміщених приймачів) несучих частот за допомогою попереднього підсилювача і смугового фільтра [1].

Прийнятий високочастотний сигнал радіочастотної частини гетеродинують - переносять на проміжну частоту, дискретизують, і в цифровому вигляді сигнал

надходить в корелятор. У кореляторі у цифровій формі формуються відліки синфазних $I(k)$ та квадратурних $Q(k)$ компонент сигналу, які є основою для роботи алгоритмів пошуку сигналу за частотою та затримкою, стеження за фазою сигналу та виділення навігаційного повідомлення [2].

Відліки $I(k)$ і $Q(k)$ надходять у сигнальний процесор, який, обробляючи їх, формує значення псевдодальності та псевдофази, вирішує навігаційне завдання, формує керуючий сигнал для ФАПІ кожного каналу для замикання петлі та керує периферією. Крім цього, корелятор може формувати вимірювальну інформацію, яка потім буде використана для обчислення псевдодальності та псевдофази.

Для приймачів системи GPS з кодовим поділом каналів (сигнальних супутників) схема на (рис 4.1.) відображає структуру приймача в цілому, тобто радіочастотна частина є загальною і поділ супутників проводиться вже в цифровому блоці корелятора. [3].

Як і будь-який радіотехнічний пристрій, навігаційний приймач розраховують, вибираючи коефіцієнт шуму, коефіцієнт посилення кожного каскаду та добротність смугових фільтрів. Ці характеристики визначаються з рівня потужності сигналу на вході антени, чутливості приймача та його динамічного діапазону.

Існує кілька варіантів побудови радіочастотних частин суміщеного навігаційного приймача. Спочатку була запропонована багатоканальна схема, в якій кожен радіочастотний канал приймача налаштований на частоту одного з видимих супутників.у GPS, вона зображена на (рис 4.2.) [3].

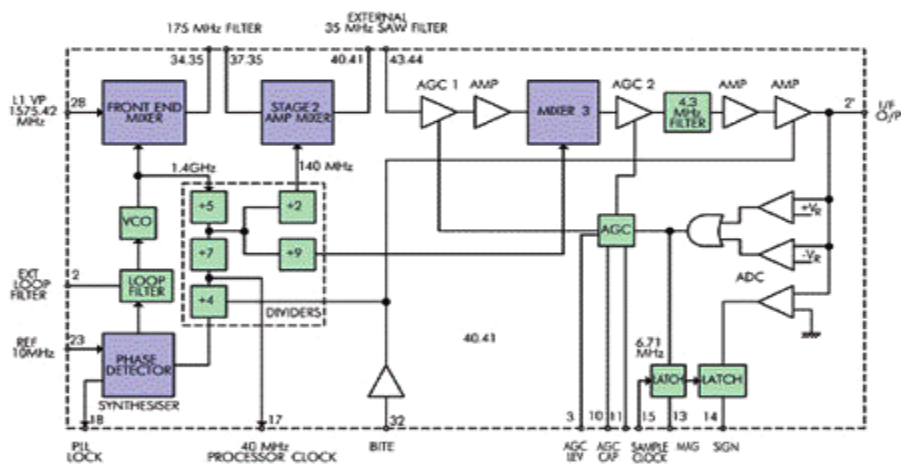


Рис 4.2. Функціональна схема радіочастотної частини

Радіочастотна частина для приймачів GPS виробляється багатьма компаніями, такими як Zarlink, Sirf, Tchip, TI, Thomson і так далі. Однак нам не відомі виробники повноцінних радіочастотних мікросхем для суміщених приймачів. У цій схемі реалізовано трирівневе гетеродинування. Проміжні частоти рівні:

- $f_{intermediate\ 1} = 1400$ МГц,
- $f_{intermediate\ 2} = 140$ МГц та
- $f_{intermediate\ 3} = 31$ МГц.

Частота дискретизації – 5,7 МГц. Вихідний АЦП працює у режимі перетворювача частоти, частота вхідного сигналу АЦП $\sim 4,3$ МГц, на виході виходить сигнал різницевої частоти $\sim 1,4$ МГц. Мікросхема призначена для гетеродинування сигналу GPS, однак його можна використовувати і для ГЛОНАСС [2].

Подібний приймач дозволяє вимірювати псевдодальності та псевдофази для супутників системи GPS. Схема приймача побудована таким чином, що весь вузький спектр GPS потрапляє до одного радіочастотного тракту, а широкий спектр ГЛОНАСС розбивається на три діапазони, кожному з яких відповідає свій радіочастотний тракт. В результаті всі супутники GPS мають однакові фазові спотворення, оскільки загальний сигнал проходить одним трактом. [4].

Фазові спотворення у кожному каналі можна оцінити та вносити до результатів вимірювань. Однак величина спотворень залежить від багатьох малостабільних факторів, таких як температура, вологість тощо. Таким чином, повністю врахувати величину спотворень неможливо. Тому було запропоновано іншу схему. [4].

У схемі вхідний сигнал, що складається з сигналів GPS та Glonass, надходить на вхід поєднаної антени. Вхідний сигнал GPS + GLONASS лежить у діапазоні 1570,0–1616 МГц (рис 4.3.). Після цього сигнали фільтруються смуговим фільтром та посилюються антеною підсилювачем. Далі сигнал надходить у радіочастотну частину приймача, де він фільтрується, посилюється та гетеродинується першим гетеродином. В результаті першого гетеродинування отримуємо суму сигналів GPS та GLONASS, що лежать у діапазоні 39 (GPS) та 71–85 МГц (GLONASS). Далі за

допомогою смугового фільтра GPS та GLONASS сума сигналів поділяється на два тракти. У першому тракті виділяємо GPS сигнал за допомогою смугового фільтра. Сигнал у другому тракті ми пропускаємо через фільтр верхніх частот, щоб відрізати всі гармоніки вище 90 МГц (дзеркальна перешкода). Далі сигнал у другому тракті ми піддаємо гетеродинуванню $f_{oscillator\ 2} = 121,44$ МГц. Спектр вхідного сигналу 39-85 МГц переноситься в діапазон 82,44 МГц (GPS) та 50,44-36,44 МГц (GLONASS), тобто спектр сигналу "перевертається". Далі за допомогою смугового фільтра виділяють сигнал GLONASS [5].

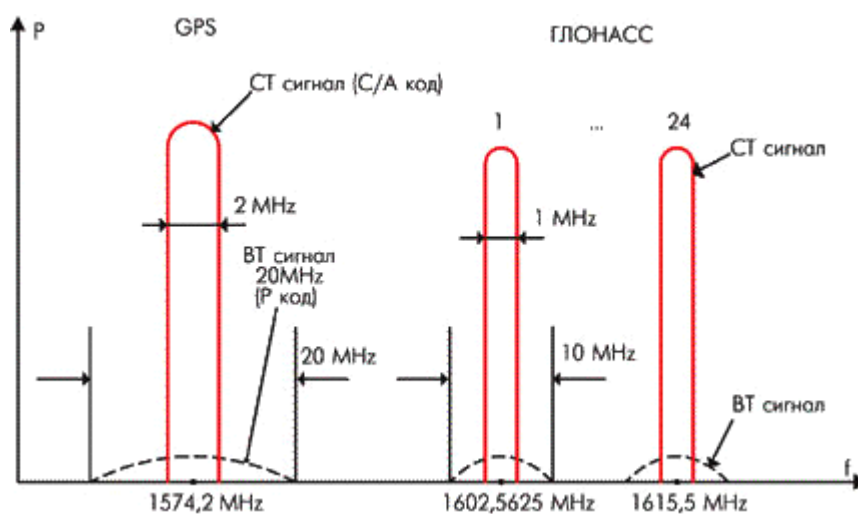


Рис 4.3. Спектри сигналів GPS/ГЛОНАСС

Далі сигнал в обох трактах GPS та GLONASS гетеродинують вдруге частотою 34,98 МГц. У першому тракті отримуємо GPS-сигнал на частоті 4 МГц, у другому тракті отримуємо сукупність усіх сигналів Глонасс, спектр якої становить 15,46-1,46 МГц. Кожен сигнал в обох трактах дискретизується частотою $f_{sampling} = 34,98$ МГц, квантується за допомогою дворівневого квантувача та надсилається в корелятор [1].

Зазначимо, що всі сигнали Глонасс проходять одним трактом. Тому фазові затримки всіх каналів ідентичні. Однак її перешкодозахищеність можна значно покращити, побудувавши схему приймача з урахуванням наступних моментів:

- при використанні лише діапазону частоти L1 радіочастотні тракти GPS та GLONASS повинні бути розділені якомога ближче до входу приймача;

- при використанні діапазонів частот L1 і L2 у суміщеному приймачі радіочастотні тракти GPS L1, GLONASS L1, GPS L2 та GLONASS L2 повинні бути розділені якомога ближче до входу приймача;
- радіочастотна частина повинна бути спроектована як лінійна, особливо частина від LNA (low-noise amplifier) до виходу першого перетворювача частоти;
- вхідні сигнали повинні бути відфільтровані фільтрами з доброю добротністю якомога ближче до входу приймача, вхідні ланцюги LNA повинні бути захищені від взаємних імпульсних перешкод.

Така схема побудови приймача дозволяє значно підвищити його схибленість. Паразитні перешкоди та перешкоди у смузі GPS або GLONASS не потрапляють у сусідню смугу [5].

Одним із важливих моментів розробки навігаційного приймача є вибір частотного плану. Під частотним планом мається на увазі вибір генератора, що задає, частотгетеродинування та дискретизації для того, щоб мінімізувати рівень паразитних гармонік, що виникають у схемі через різні нелінійності, шуми та вплив цифрової частини приймача. Для цього попередньо вибирають генератор, проміжні частоти для гетеродинування, фільтри та розраховують коефіцієнти посилення всіх каскадів. Далі аналізують архітектуру, що вийшла, і виявляють всі нелінійні елементи, в результаті роботи яких можуть виникати гармоніки, що потрапляють у спектр сигналу. Варіюючи проміжні частоти, частоту дискретизації, характеристики змішувачів, підсилювачів і фільтрів, підбирають таку конфігурацію, яка забезпечує оптимальний прийом сигналу, тобто в спектрі сигналу з'являються далекі гармоніки від нелінійних перетворень, які малі і не мають серйозного впливу на сигнал [5].

4.2. Розробка та обґрунтування принципової схеми приймального тракту

Приймальний тракт складається з мікроскладання приймача GPS сигналів, активної антени, драйера СОМ-порту, а також ланцюгів живлення.

На вхід активної антени надходить ВЧ сигнал із частотою 1575,45МГц. Там

проходить попередня селекція та посилення сигналу. Далі сигнал приходить на антенувхід GPS приймача на 19 висновок. Живлення активної антени 3,3 з'являється на 19 висновок при підключенні 22 висновок на позитивний висновок джерела живлення. У приймачі GPS відбувається двох кратне перетворення частоти, детектування і перетворення сигналу в код (сентенції), які з'являються на 7 виведенні GPS приймача. На третьому виведенні GPS приймача знаходиться іоністор з великою ємністю 1F, який служить для живлення пам'яті EEPROM в цьому процесорі. Це дозволяє запускати GPS з гарячого старту. Напруга живлення GPS приймача здійснюється від функціонального стабілізатора LF33 з вихідною напругою 3,3 В та максимальним струмом навантаження 0,5А. Вихідні сентенції з приймача GPS надходять на мікросхему MAX3232, після чого проходять в тракт відображення інформації. Принципова схема наведена на (рис 4.4.) [3].

Активна антена містить у своєму складі антенний підсилювач малошумний. Відповідно для функціонування активної антени необхідне зовнішнє джерело живлення.

Мікросмужкова антена складається з двох паралельних провідних шарів, розділених діелектриком. Нижній провідний шар є заземленою площиною, а верхній - випромінювачем антени. За формою випромінювач може бути прямокутником, еліпсоїдом, п'ятикутником і таке інше. Мікросмужкова антена забезпечує всеспрямований прийом сигналів.

Габарити - 45 x 37 x 13 мм, магнітна основа, довжина кабелю 5 метрів [5].

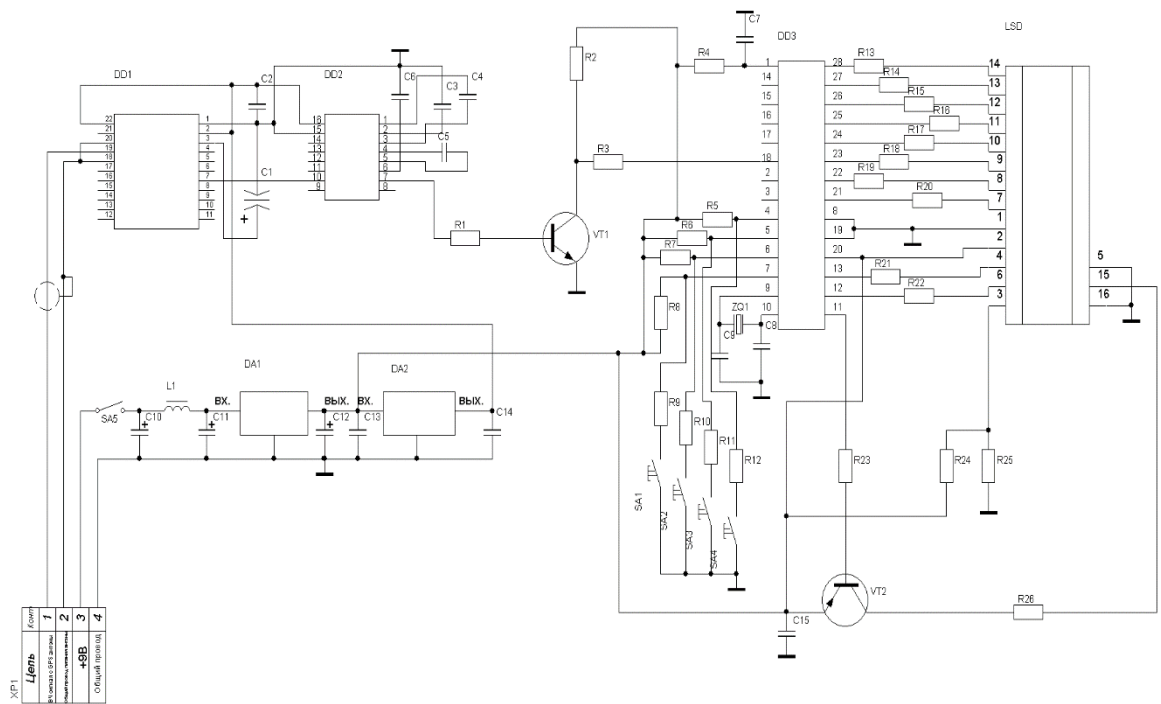


Рис 4.4. Принципова схема пристрою

Таблиця 4.1

Характеристики активної антени:

Антенa:	
Частота	1575.42+2 МГц
Band Width	10 МГц
Імпеданс	50 Ом
Поляризація	RHCP
Підсилювач:	
Коефіцієнт посилення	27 дБ (у середньому)
Noise Figure	1.5 дБ (у середньому)
Напруга живлення	3.0 ~ 5.0 В, постійний струм
Споживаний струм	22 мА Макс, 5В
Фізичні характеристики:	

Маса	<95 гр.
Габарити	45 x 37 x13 мм
Кабель	RG 174
Довжина кабеля	5 м
Роз'єм	MMCX
Кріплення	магнітна основа
Характеристики довкілля:	
Температура зберігання	- 40 ° ~ +85°C
Робоча температура	- 40 ° ~ +85°C
Водозахист	100%
Вібрація	синусоїдальна, 1G (0-P), 10-150-10 Гц по кожній осі
Вологість	95% ~ 100% RH

4.3. Мікрозбирання приймача GPS сигналів A1080-A

Високочутливий GPS-модуль від компанії Тусо дозволяє здійснювати позиціонування навіть усередині будівель. У його основі лежить популярний чіпсет SiRF Star III. A1080-A може бути легко інтегрований в GPS-пристрої з батарейним живленням [2].

GPS приймач фірми TYCO є високоінтегрованим модулем, здатним приймати сигнали відразу від 20 супутників, і перетворювати їх на інформацію про місцезнаходження та час. Це покоління GPS приймачів поєднує малі розміри з низьким енергоспоживанням. Основні характеристики:

- харчування 3.3В/23мА (середнє);
- малі розміри 19 ммx16.2 мм;
- вбудоване живлення зовнішньої антени;

Для забезпечення «гарячого» старту, до схеми підключення приймача можна

включати або іоністор, або елемент живлення [4].

З цим GPS приймачем рекомендовано використовувати активну приймальну антену з напругою живлення від 3В до 5В та струмом, що не перевищує 50 мА. Вона повинна мати посилення більше 20 дБ, а шум менше 1.5 дБ.

GPS приймач фірми TYCO, вихідні дані передаються зі швидкістю 4800 Бод та відповідають протоколу NMEA-0183 версії 2.1. NMEA-0183 (National Marine Electronics Association) – протокол Національної Асоціації Морської Електроніки – некомерційної організації виробників, постачальників, продавців, навчальних центрів та інших, зацікавлених у периферійному морському устаткуванні. NMEA-0183 забезпечує інтерфейс та протокол обміну даними між пристроями. Цей протокол був вперше представлений у березні 1983 р. Особливої популярності NMEA-0183 заслужив після впровадження технології GPS. Для передачі у протоколі використовуються різні сентеції, відмінні своїм змістом [4].

4.3.1. Драйвер СОМ-порту МАХ3232

Мікросхема МАХ3232 забезпечує узгодження сигналу з логічним рівнем СОМ-порту.

Мікросхема оснащена вихідними каскадами передавачів, що забезпечують мале падіння напруги та повну сумісність із вимогами стандарту RS-232 при напрузі живлення 3,3В. Формування вихідного сигналу, при використанні однієї позитивної напруги живлення, забезпечується двома вбудованими генераторами накачування, для роботи яких достатньо чотирьох зовнішніх малогабаритних конденсаторів ємністю 0,1 мкФ. Для МАХ3232 гарантується при забезпеченні вихідних рівнів RS-232 продуктивність до 120 Кбіт/с. .

МАХ3232 містять по два приймачі та по два передавачі. Прилад МАХ3232 оснащений режимом Shutdown, в якому споживання приладу падає до 1 мкА, що дозволяє використовувати цей приймач у портативних системах. У режимі Shutdown обидва приймачі приладу залишаються активними, що дозволяє вести моніторинг зовнішніх пристроїв, зберігаючи споживання приладу на рівні 1 мкА [5].

Основні характеристики:

- Напруга живлення 3.3В;
- споживаний струм близько 300 мкА;
- 2 входи та виходи;
- швидкість до 120 кбіт/с.

4.4. Конденсатор, резистори, транзистори та джерела електроживлення

Конденсатори використовуються керамічні та електролітичні з малим розкидом параметрів, високою стабільністю щодо даного пристрою довгим терміном служби, витримують великі напруги, мають малі габарити і вартість. SMD транзистори в корпусі SOT23 мають малий розмір та вартість, ідеальні для SMD монтажу [3].

Усі резистори у пристрої типу МЛТ 0,25Вт, за всіма електричними параметрами підходять для приймача GPS.

Так як GPS пристрій є автономним, воно живиться від вбудованого Ni-Cd акумулятора напругою 9В ємністю 250мА * год. Акумулятор заряджається від зовнішнього зарядного пристрою протягом 6 годин.

У пристрої також є стабілізатори напруги 5В і 3,3В, для живлення приймального тракту повсюдно використовується напруга 3,3В. Стабілізатори напруги виконані на інтегральних мікросхемах 78105 та LF33, які забезпечують підтримку високостабільної напруги на їх виходах. У вхідних ланцюгах стабілізатора стоїть LC-фільтр, для придушення перешкод ззовні, що йдуть по лінії живлення.

Мікросхеми інтегральні серій LF33- стабілізатори фіксованої позитивної напруги з малим падінням напруги вхід-вихід з вихідною напругою 3,3 призначені для широкого застосування особливо в складі електрообладнання автотранспортних засобів. Зі струмом навантаження 0,5А, також має захист від коротких замикань на виході, захист від переполюсування вхідної напруги, тепловий захист [3].

Характеристики стабілізатора напруги LF33:

Вихідна напруга:	3,3В 0.5А
Точність:	2%
Падіння напруги (тип.):	0.4 мВ
Робоча температура:	-40...125 °С
Температура зберігання:	-65...150 °С

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

У цьому розділі розглядалися принципи побудови на функціональному рівні приймача GPS, а також детальніше розповідалося про різновиди функціональних схем приймальної частини пристрою GPS.

У розділі було розглянуто приймальний тракт, особливо робота принципової схеми, а також елементна база, яка складається з таких елементів - мікроскладання приймача GPS сигналів, активної антени GPS, драйвера COM-порту, а також ланцюгів живлення.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Питання охорони праці людини необхідно вирішувати на всіх стадіях трудового процесу незалежно від виду професійної діяльності.

Забезпечення безпечних і здорових умов праці в значній мірі залежить від правильної оцінки небезпечних, шкідливих виробничих факторів. Однакові по складності зміни в організмі людини можуть бути викликані різними причинами. Це можуть бути фактори виробничого середовища, надмірне фізичне і розумове навантаження, нервово-емоційна напруга, а також різне сполучення цих причин.

Саме тому суб'єктом охорони праці виступає програміст ІТ відділу авіапідприємства на стадії розробки ним програмного комплексу, призначеного для контролю мережевого ПЗ на наявність дефектів та збоїв, діагностики й ідентифікації дефектів працюючого мережевого устаткування за допомогою дослідження їхніх спектральних графіків сигналу.

Відділ інформаційних технологій, у якому працює програміст знаходиться в центральному корпусі авіакомпанії.

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста

Організація робочого місця програміста. Приміщення, в якому працює програміст, завдовжки 8 м та завширшки 5 м і має загальну площу 40 м², висоту стелі 3.5 м. У приміщенні знаходиться 6 робочих місця з ПК. Кожне робоче місце обладнане робочим столом площею 1.44 м², стільцем та персональним комп'ютером, що складається з монітора, системного блоку, клавіатури та миші. Площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 кв. м, а об'єм не менше ніж 20,0 куб. м., тобто площі та об'єму даного приміщення вистачає для розташування 6 робочих місць операторів ПК.

Чинники, які призводять до негайного погіршення здоров'я працівника, називаються небезпечними. Шкідливими чинниками виробничого середовища називаються такі чинники, які безпосередньо або побічно призводять до порушення працездатності або здоров'я працюючих.

На програміста діють наступні шкідливі та небезпечні чинники: мікроклімат, недостатнє освітлення робочого місця, статична електрика.

Мікроклімат робочої зони програміста. Робота програміста відноситься до категорії Іа, Іб - легких робіт, тому повинні дотримуватися наступні вимог:

Таблиця 5.1

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період Року	Категорія Робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
Холодний період року	Легка Іа	22 - 24	60 - 40	0,1
	Легка Іб	21 - 23	60 - 40	0,1
Теплий період року	Легка Іа	23 - 25	60 - 40	0,1
	Легка Іб	22 - 24	60 - 40	0,2

Виміряні за допомогою приладів (психрометр Августа) температура та вологість у ІТ відділі відповідають вказаним у таблиці для теплого періоду року. Розташовані у приміщенні 6 ПК являються джерелами тепловиділень, крім того для підтримання у приміщенні в холодний період року оптимальних параметрів мікроклімату використовуються нагріті поверхні опалювальної системи. Нормованим показником ІЧВ являється гранично допустима густина потоку енергії $I_{г.д}$, Вт/м², яка встановлюється в залежності від площі опромінюваної поверхні тіла людини ($S_{опр}$). Нормовані рівні складають: $I_{г.д} = 35$ Вт/м² при $S_{опр} > 50\%$; $I_{г.д} = 70$ Вт/м² при $S_{опр} \sim 25-50\%$; $I_{г.д} = 100$ Вт/м² при $S_{опр} < 25\%$

Природне та штучне освітлення. Нормованим параметром природного освітлення являється коефіцієнт природного освітлення (КПО). КПО встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Робота програміста відноситься до робіт середньої точності (IV розряд зорових робіт, мінімальний розмір об'єкту розрізнення складає 0,5-1,0 мм), для яких при використанні бокового освітлення КПО=1,5%. Для штучного освітлення нормованим параметром виступає $E_{\text{мін}}$ – мінімальний рівень освітленості, та $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт пульсації світлового потоку, який не повинний бути більшим ніж 20%. Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300-500 лк.

Виробничі випромінювання. Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань від монітору комп'ютера представлені в таблиці 2. Нормованим параметром невикористаного рентгенівського випромінювання виступає потужність експозиційної дози. На відстані 5 см від поверхні екрану монітору її рівень не повинен перевищувати 100 мкР/год. Максимальний рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці програміста зазвичай не перевищує 20 мкР/год.

Таблиця 5.2

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітора ПК	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні монітора ПК	0.3 А/м
Напруженість для операторів ПК не повинна перевищувати	20 кВ/м

На відстані 5-10 см від екрана і корпусу монітора рівні напруженості можуть досягати 6 В/м по електричній складовій, що не перевищує допустимі значення.

Електробезпека. Статична електрика. Приміщення ІТ відділу за небезпекою ураження електричним струмом можна віднести до 1 класу, тобто це приміщення без підвищеної небезпеки (сухе, без пилу, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів).

На робочому місці програміста з всього устаткування металевим є лише корпус системного блоку комп'ютера, що відповідає стандарту фірми ІВМ. Пункт 5 «Заходи по захисту від статичної електрики», на системному блоці повинно встановлене заземлення для знешкодження статичної електрики. Після проведення огляду системного блоку було встановлено, що на ньому відсутнє заземлення, тобто не відповідає вищевказаним нормам.

Основні причини ураження людини електричним струмом на робочому місці:

- дотик до металевих неструмоведучих частин (корпусу комп'ютера), що можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції;
- нерегламентоване використання електричних приладів;
- відсутність інструктажу співробітників з правил електробезпеки.

5.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів

Нормалізація повітря робочої зони. Для створення й автоматичної підтримки в ІТ відділі незалежно від зовнішніх умов оптимальних значень температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря, у холодний час року використовується водяне опалення, у теплий час року застосовується кондиціонування повітря.

Виробниче освітлення. Під час аналізу освітлення на робочому місці програміста було встановлено, що воно не відповідає встановленим нормам, тому для покращення умов праці рекомендуємо збільшити рівень загальної освітленості приміщення шляхом встановлення 5 додаткових світильників, щоб загальна кількість лам відповідала розрахованому вище значенню, а саме 36

світлодіодних ламп. Також для підтримки запроєктованого освітлення у чистому виді необхідно скласти графік, де передбачити очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік.

Електробезпека. Електробезпечність у приміщенні ІТ відділу пропоную забезпечити наступними технічними способами і засобами захисту:

- для зменшення накопичення статичної електрики застосовувати зволожувачі і нейтралізатори, антистатичне покриття підлоги;

- забезпечити приєднання металевих корпусів устаткування до жили, що заземлює. Заземлення корпуса ПК забезпечити підведенням жили, що заземлює, до розеток. Опір заземлення 4 Ом, згідно (ПУЕ) для електроустановок з напругою до 1000 В. А також організаційними заходами:

- своєчасне проведення інструктажів з техніки безпеки.

Ергономіка та організація робочого місця. Після проведення аналізу робочого місця програміста в ІТ Відділі було з'ясовано, що воно відповідає встановленим вимогам.

Виходячи з результатів аналізу важкості та напруженості праці пропоную скоротити час роботи за комп'ютером, робити перерви сумарний час яких повинен складати 50 хвилин при 8-ми годинному робочому дні.

5.2.1. Розрахунок освітленості робочого місця програміста ІТ відділу авіаніприємства на відповідність розряду зорової роботи

За даними вимірювань (люксметр Ю-116) рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК програміста, складає 200 лк при освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО = 1%, що не відповідає нормативному КПО.

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються світлодіодні лампи Т8 G13, які в порівнянні з люмінесцентними та лампами розжарювання мають ряд істотних переваг: за спектральним складом світла вони близькі до природного світла; мають підвищену світлову віддачу (у 2-5 разів вищу, ніж у ламп розжарювання); мають триваліший термін служби (до 10 тис. годин).

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 40 м², ширина якої складає 5 м, довжина – 8 м, висота – 3.5 м за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F=E*S*K*Z/n \quad (5.1)$$

(де **F** – світловий потік, що розраховується, Лм; **E** – нормована мінімальна освітленість, Лк; $E = 300 \text{ Лк}$; **S** – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S=40 \text{ м}^2$); **Z** – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1...1,2, в нашому випадку $Z=1,1$); **K** – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K=1,5$); **n** – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці;) залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{\text{ст.}}$) і стелі ($\rho_{\text{стелі}}$), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{\text{ст.}} = 40\%$ і $\rho_{\text{стелі}}=60\%$.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$i=S/h(A+B) \quad (5.2)$$

(де **S** – площа приміщення, $S=40 \text{ м}^2$; **h** – розрахункова висота підвісу, $h = 3.3 \text{ м}$; **A** – ширина приміщення, $A = 5 \text{ м}$; **B** – довжина приміщення, $B = 8 \text{ м}$.)

Підставивши значення отримаємо: $i=40/3.3(5+8)=0.93$. Знаючи індекс приміщення, знаходимо $n=0.22$. Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку **F**:

$$F=(300*1.5*40*1.1)/0.22=90000 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані світлодіодні лампи з матовим покриттям типу LRC-T8-S1500G13-220-22,0W, світловий потік яких $F_{\text{л}} = 2500 \text{ Лм}$.

$$N=F/F_{\text{л}} \quad (5.3)$$

(де N – визначуване число ламп; F – світловий потік, $F=90000$ Лм; $F_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, $F_{\text{л}} = 2500$ Лм.)

$$N=90000/2500=36$$

В приміщенні використовуються світильники типу ЛПО. Кожен світильник комплектується чотирма лампами. Тобто необхідно використовувати 9 світильників із 36 працюючими лампами в них.

У ІТ відділі авіапідприємства, де аналізувалось робоче місце програміста працює 5 світильників з 20 лампами в них, тому рівень штучного освітлення не задовольняє санітарним нормам.

5.3. Пожежна безпека

Приміщення ІТ відділу центрального офісу авіапідприємства по категорії вибухопожежної і пожежної небезпеки, відноситься до категорії Д «Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Приміщення, в яких знаходяться ГР в системах машин, охолодження та гідроприводу устаткування, в яких не більше 60 кг в одиниці устаткування при тиску не більше 0.2 мПа, кабелі електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.»

Центральний офіс, у якому знаходиться ІТ відділ по пожежній небезпеці будівельних конструкцій відноситься до категорії **К1** (малопожежонебезпечні), оскільки тут присутні займисті (книги, документи, меблі, оргтехніка і т.д.) і важкогорючі речовини (сейфи, різне устаткування і т.д.), що при взаємодії з вогнем можуть горіти без вибуху.

По конструктивних характеристиках будинок можна віднести до будинків з несучими і огорожуючими конструкціями із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону, де для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також плитними матеріалами.

Отже, ступінь вогнестійкості будинку Центрального офісу можна визначити як третю (III).

Приміщення ІТ відділу авіапідприємства по функціональній пожежній небезпеці відноситься до класу **Ф 4.2**.

Причини виникнення пожежі. Пожежа в ІТ відділі, може привести до дуже несприятливих наслідків (загибель людей, втрата цінної інформації, псування майна і т.д.), тому необхідно: виявити й усунути всі причини виникнення пожежі; розробити план заходів для ліквідації пожежі в будинку; план евакуації людей з будинку.

Причинами виникнення пожежі можуть бути:

- несправності електропроводки, розеток і вимикачів які можуть привести до короткого замикання або пробую ізоляції;
- використання ушкоджених (несправних) електроприладів;
- використання в приміщенні електронагрівальних приладів з відкритими нагрівальними елементами;
- виникнення пожежі внаслідок влучення блискавки в будинок;
- загоряння будинку внаслідок зовнішніх впливів;
- неакуратне поводження з вогнем і недотримання мір пожежної безпеки.

Засоби пожежогасіння та пожежно-охоронної сигналізації: «3.3. На кожному підприємстві з урахуванням його пожежної небезпеки наказом (інструкцією) повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі визначені: ... порядок організації експлуатації і обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, установок пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо); ...». В приміщенні встановлено 1 переносний вуглекислотний вогнегасник типу ВВК-5, якого вистачить для приміщення даного типу та площі. Також на стелі встановлено 2 бездротових ІЧ датчики диму Страж М-501, які розраховані на площу 40 м².

У випадку виникнення пожежі спрацює протипожежна сигналізація, також необхідно відключити електроживлення, викликати за номером 101 пожежну команду, евакуювати людей із приміщення відповідно до плану евакуації, приведеному на Рисунку 5.1 і приступити до ліквідації пожежі вогнегасниками. При наявності невеликого вогнища полум'я, можна скористатися підручними засобами з метою припинення доступу повітря до об'єкта загоряння.



Рис 5.1. План евакуації з приміщення ІТ відділу компанії

5.4. Інструкція з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером

Загальні вимоги до обладнання робочого місця з ПК.

- Робоче місце для працюючих з відео терміналами необхідно необхідно розташувати таким чином, щоб до поля зору працюючого не потрапляли вікна, освітлювальні прилади, поверхні які мають властивість віддзеркалювання. Поверхня робочого столу не повинна бути полірованою. Для попередження відблисків на екрані відео моніторів, особливо влітку та у сонячні дні, екран відео монітора слід розміщувати так, щоб світло від вікна падало збоку, бажано зліва.

- Екран відео монітору ПК повинен знаходитись від очей користувача (надалі оператора) на відстані не менше 500 – 700 мм. Кут зору в межах 10-40 градусів. Найбільш раціональним є розташування екрану перпендикулярно до лінії зору оператора.
- ПК повинен розташовуватися на відстані не ближче 1 метра від джерела тепла.
- Клавіатура повинна розміщуватися на поверхні столу або спеціальній підставці на відстані 100-300 мм від краю, повернутого до користувача. Кут нахилу панелі клавіатури до горизонтальної поверхні повинен бути в межах від 5 до 15 градусів.
- Висота робочої поверхні столу повинна бути в межах 680-800 мм.
- Крісло повинно забезпечувати операторові зручні умови праці та фізіологічну раціональну робочу позу в процесі праці. Крісло повинно забезпечувати можливість регулювання висоти поверхні сидіння, кут нахилу спинки та висоту спинки.
- Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють відблиски на екрані відео монітора на вікнах повинні бути встановлені сонцезахисні пристрої. Екран відео монітора повинен розміщуватись так, щоб світло від вікна падало на робоче місце збоку, бажано зліва.
- Як джерело штучного освітлення в приміщеннях, де встановлено ПК, бажано використовувати люмінесцентні лампи. Можливе застосування ламп розжарювання в світильниках місцевого освітлення. Освітленість робочого місця у горизонтальній площині на висоті 0,8 м від рівня підлоги повинна бути не менш 400 лк. Вертикальна освітленість у площині екрану не більше 200 лк. Для зменшення напруженості зору необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості робочої поверхні відео монітора та навколишнього простору.
- У приміщеннях для роботи ПК необхідно проводити щоденне вологе прибирання та регулярне провітрювання протягом робочого дня. Видалення пилу з екрану необхідно проводити не рідше 1 разу на день.

- Для захисту оператора від електромагнітних випромінювань і електростатичних полів, які створює відео монітор необхідно використовувати захисні екрани.

- Користувачам ПК слід носити одягу з природних матеріалів або комбінованих природних і штучних волокон.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

- Перед початком роботи працівник повинен зовнішнім оглядом перевірити цілісність корпусів системного блоку, відео монітора, принтера, клавіатури.

- Перевірити цілісність кабелів живлення, місць їх підключення (розеток електромережі, продовжувачів електромережі, розгалужувальних коробок, штепсельних вилок).

- Підготувати своє робоче місце, прибравши речі, які можуть заважати при виконанні роботи.

- Ввімкнути живлення ПК.

- У випадку, якщо після ввімкнення ПК не проходить загрузка або комп'ютер не виходить на робочий режим, працівник повинен повідомити керівника чи спеціаліста відділу інформаційних технологій.

- При виявленні ушкодження або яких-небудь інших недоліків повідомити безпосереднього керівника. Не приступати до роботи без його вказівки.

Вимоги безпеки під час роботи

- Необхідно стійко розташувати всі складові пристрої на столі, в тому числі і клавіатуру. Разом з тим повинна бути передбачена можливість переміщення клавіатури. Її розташування і кут нахилу повинні відповідати побажанням користувача ПК. Якщо в конструкції клавіатури не передбачений простір для опору долонь, то її слід розташовувати на відстані не менше 100 мм від краю столу в оптимальній зоні моніторного поля. При роботі на клавіатурі слід сидіти прямо, не напружуватись.

- Для зменшення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу "миша" (вимушена поза, необхідність постійного контролю за якістю дій) слід забезпечити вільною більшу площу поверхні столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба.

- Не припустимі сторонні розмови, роздратовуючи шуми тощо.

- Періодично при вимкненому ПК слід видаляти злегка зволоженою мильним розчином хлопко-паперовою салфеткою пил з поверхонь апаратури. Екран і захисний екран протирають ватою, зволоженою спиртом.

- Не дозволяється використовувати рідинні або аерозольні засоби чистки поверхонь ПК.

Забороняється:

- самостійно ремонтувати апаратуру, в яких кінескоп та інші елементи можуть знаходитись під високою напругою (до 25 кВ0.)

- класти будь-які речі на апаратуру ПК, бутерброди та напої на клавіатуру або поруч з нею. Це може вивести її з ладу;

- затуляти вентиляційні отвори в апаратурі, це може призвести до її перегріву і виходу з ладу.

- Для зменшення негативного впливу на стан здоров'я працівників різних факторів ризику, пов'язаних з роботою на ПК, передбачаються додаткові регламентовані перерви для відпочинку користувачів ПК:

- через кожний час безперервної роботи – 10 хвилин;

- через кожні 2 години – 15 хвилин.

- При можливості слід чергувати зміну діяльності з іншою, не пов'язаною з роботою на ПК.

- З метою зменшення негативного впливу монотонності доцільно застосовувати чергування операцій введення тексту і введення даних (зміна змісту і темпу роботи) і т.п.

- При роботі на лазерних принтерах:

- Розташовувати принтер необхідно поряд з системним блоком так, щоб з'єднувальні шнури не були натягнуті. Забороняється ставити принтер на системний блок.

- Перш, ніж програмувати роботу принтера, впевніться, що він знаходиться в режимі зв'язку з системним блоком.

- Для досягнення високоякісного, чистого, з високою роздільною здатністю зображення щоб не зіпсувати апарат, потрібно використовувати папір, марка якого вказана в інструкції до принтера (найчастіше папір вагою 60-135 г/м², типу Canon або Херох 4024).

- Обрізання країв паперу повинно бути виконаним гострим лезом ножа, без заусенців – це зменшить вірогідність загинання паперу.

- При виконанні роботи (більше 20 хвилин), коли втручання користувача в роботу програми не потрібне, бажано вимикати живлення відео монітора.

- Для підтримки загального тону м'язів, профілактики кістково-м'язових порушень, зорового дискомфорту та інших несприятливих суб'єктивних почуттів під час регламентованих перерв необхідно виконувати комплекси рекомендованих вправ для очей, для хребта, для рук.

- Кількість мікро пауз до 1-2 хвилин слід визначити індивідуально. Форма та зміст перерв можуть бути різними виконання допоміжних робіт, не пов'язаних з роботою ПК, приймання їжі, виконання рекомендованих вправ.

- Виконання фізичних вправ протягом дня рекомендується індивідуально, залежно від почуття втоми. Гімнастика повинна біти на корекцію вимушеної пози покращення кровообігу, часткову компенсацію, дефіциту рухової активності.

- Про виявлені несправності (іскріння, пробоїв, запаху гару, ознак горіння тощо) негайно припинити роботу, відключити все обладнання від електромережі і терміново повідомити безпосереднього керівника або спеціаліста по ремонту ПК.

Вимоги безпеки при закінченні роботи на ПК.

- Закінчити і зберегти в пам'яті ПК файли, які знаходились у роботі. Виконати всі дії для коректного завершення роботи в оперативній системі.

- Вимкнути принтер та інші периферійні пристрої, вимкнути системний блок. При наявності пристрою безперебійного живлення (ПБЖ) вимкнути його живлення.

- Вимкнути ПК кнопкою «POWER» (ЖИВЛЕННЯ) та вийняти штепсельну вилку кабелю живлення з розетки

- Накрити клавіатуру кришкою для попередження попадання в неї пилу.
- Навести порядок на робочому місці.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

- Якщо після ввімкнення ПК відчувається запах горілого або при доторканні до металевих частин ПК відчувається дія електричного струму, потрібно негайно відключити ПК від електромережі та повідомити про це своєму керівникові.

- У випадку виникнення пожежі негайно розпочати гасіння наявними засобами пожежогасіння і повідомити за телефоном 101 (міська пожежна охорона) та начальнику ДПД підприємства. Пам'ятайте, що загашувати електроустановки слід вуглекислотними вогнегасниками, сухим піском, щоб уникнути ураження електричним струмом.

- При отриманні травми припинити роботу, надати першу медичну допомогу, викликати швидку медичну допомогу за телефоном 103, при необхідності доставити в лікарняний заклад.

- Послідовність надання першої допомоги:

- Усунути вплив на організм небезпечних та шкідливих чинників, які погрожують здоров'ю та життю постраждалого (звільнити від впливу електричного струму, винести із зараженої атмосфери, погасити одяг, що горить, тощо);

- Визначити характер та тяжкість травми, найбільшу загрозу для життя постраждалого та заходів щодо його врятування;

- Виконати необхідні заходи щодо врятування постраждалого за порядком терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, провести штучне дихання,

зовнішній масаж серця, зупинити кровотечу, іммобілізувати місце перелому, накладити пов'язку тощо);

- Підтримувати основні життєві функції постраждалого до прибуття медичного працівника;
- викликати швидку медичну допомогу або лікаря, або прийняти заходи для транспортування постраждалого у найближчий лікарський заклад.
- Допомога постраждалому, яка надається не медичними працівниками, не повинна замінювати допомогу з боку медичного персоналу та повинна надаватися лише до прибуття лікаря.
- Конкретні дії щодо надання першої допомоги постраждалому при різних ураженнях описані в інструкції № 03-ОП «Про надання першої (долікарської) медичної допомоги при нещасних випадках», яка вивчається робітниками підприємства при проходженні первинного та послідуєчих інструктажів з питань охорони праці.
- У разі виникнення інших аварійних ситуацій слід припинити роботу і повідомити про це керівника робіт.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 5

У даному розділі розглянуті заходи, що виключають або що обмежують вплив на технічний персонал ІТ відділу небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Зроблений розрахунок освітленості в робочій зоні. Ми отримали 9 світильників з 36 світлодіодними лампами, що є найкращим варіантом освітленості робочої зони та не порушує встановлених норм освітленості 300-500 лк. Було представлено інструкцію з охорони праці при роботі за персональним комп'ютером та рекомендації стосовно пожежної безпеки в ІТ відділі.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз впливу техногенних чинників на навколишнє природне середовище

У результаті активної діяльності людини в середовищі існування воно поволі змінювало свій вигляд, що призвело до порушення біосфери і появи штучного середовища, яке називають техногенним (техносферою). За науковими даними, на сьогоднішній день майже все середовище, в якому перебуває людина, є техногенним. Штучно створена людиною техносфера охоплює практично всю планету і навіть вийшла за її межі у космос [12].

Техногенне середовище (техносфера) як складова навколишнього середовища є похідною діяльності людини, яка виникла як наслідок впливу антропогенних чинників.

Діючи у техногенному середовищі, людина безперервно виконує, як мінімум, два основних завдання:

- забезпечує своє комфортне перебування у середовищі проживання;
- створює та використовує системи захисту від впливу його негативних чинників.

Розрізняють прямий і непрямий вплив на навколишнє середовище та організм людини негативних чинників техносфери [13].

6.2. Принцип роботи базових станцій і стільникових пристроїв та їх негативний вплив на довкілля

У зв'язку зі стрімким зростанням числа технологій і приладів уникнути впливу ЕМП в сучасному світі практично неможливо.

Телефонні трубки і базові станції супроводу стільникового зв'язку є джерелами ЕМП в стільниковому зв'язку. Принцип дії цих джерел ЕМП на людину різний. Відмінною особливістю стільникового телефону, як джерела ЕМП є його максимальне наближення до голови користувача на відстань два-п'ять см в неконтрольованих умовах. Впливу ЕМП піддаються головний мозок, периферичні рецепторні зони вестибулярного, слухового аналізаторів, сітківка очей. Негативні дії випромінювання стільникового телефону піддаються також і оточуючі споживача люди, коли він розмовляє по телефону.

Електромагнітні поля базових станцій генеруються імпульсивно. Все залежить від часу доби, насиченості покриття базових станцій, кількості базових станцій в зоні. Саме базові станції покривають всю зону дії стільникового зв'язку техногенним електромагнітним полем. Так як базові станції розташовуються в місцях постійного перебування людини, то відбувається цілодобовий вплив на людину низькоінтенсивного електромагнітного поля радіочастотного діапазону.

За даними екологів і лікарів-гігієністів відомо, що всі діапазони електромагнітного випромінювання впливають на здоров'я і працездатність людей і мають серйозні наслідки. Вплив електромагнітних полів на людину в силу їх великої поширеності більш небезпечний, ніж радіація. Електричні поля промислової частоти оточують людину цілодобово, завдяки випромінюванню від електропроводки, освітлювальних засобів, побутових електроприладів, ліній електропередач тощо.

Енергетичне навантаження від електромагнітних випромінювань в промисловості і в побуті зростає постійно у зв'язку зі стрімким розширенням мережі джерел фізичних полів електромагнітної природи, а також із збільшенням їх потужностей. Людина не здатна фізично відчувати електромагнітне поле, проте воно викликає зменшення його адаптивних резервів, зниження імунітету, працездатності, під його впливом у людини розвивається синдром хронічної втоми, збільшується ризик захворювань. Особливо небезпечно дію електромагнітних випромінювань на дітей, підлітків, вагітних жінок та осіб з ослабленим здоров'ям.

Вплив електромагнітного поля на клітину. Електромагнітне поле впливає на заряджені частинки і струми, внаслідок чого енергія поля на рівні клітини перетворюється в інші види енергії.

Цитогенетичні дослідження (вихід хромосомних аберацій) показали достовірне збільшення клітин з порушеннями в експериментальній групі в порівнянні з контролем. Збільшення хромосомних аберацій було також виявлено при опроміненні ЕМП повітряно-сухого насіння і проростків салату. Цитогенетичний аналіз клітин крові корів з ферми показав підвищену кількість генетичних ушкоджень і випадків аномального гематопоезу [14].

Вплив електромагнітного поля на тканини. Слабкі електромагнітні поля при інтенсивності менше порогу теплового ефекту також впливають на зміни в живій тканині. Були проведені дослідження по біологічному впливу стільникового телефону, комп'ютерного блоку та інших електронних засобів. В ході цих досліджень було з'ясовано, що вплив цих джерел проявляється в погіршенні регенерації тканин.

Атоми і молекули в електричному полі поляризуються, полярні молекули орієнтуються у напрямку розповсюдження магнітного поля. Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин живих організмів як за рахунок змінної поляризації діелектрика (сухожиль, хрящів, кісток), так і за рахунок появи струмів провідності.

Вплив електромагнітного поля на нервову систему. Перші експериментальні дослідження по впливу електромагнітного поля на нервову систему були проведені в СРСР. Було встановлено наявність прямої дії електромагнітного поля на мозок, мембрани нейронів, пам'ять, умовно-рефлекторну діяльність. У модельних експериментах показано можливість впливу слабких електромагнітних полів на процеси синтезу в нервових клітинах. Отримано виразні зміни імпульсації коркових нейронів, що призводять до порушення переданої інформації в більш складні структури мозку. Виявлено, що при дії електромагнітного поля у надвисокочастотному діапазоні може розвинути порушення короткочасної пам'яті.

Вплив електромагнітного випромінювання на імунну систему. В даний час накопичено достатньо даних, що вказують на те, що при дії електромагнітного поля порушуються процеси імуногенезу. Встановлено, що під впливом електромагнітного поля змінюється характер інфекційного процесу, виникають порушення білкового обміну, спостерігається зниження вмісту альбумінів і підвищення гамма-глобулінів в крові. Крім того, електромагнітне поле може виступати в якості алергену або пускового фактора, викликаючи важкі реакції у хворих алергіків при контакті з електромагнітним полем.

Вплив електромагнітного поля на статеву систему. Під впливом електромагнітного випромінювання знижується функція сперматогенезу, змінюється менструальний цикл, уповільнюється ембріональний розвиток, виникають вроджені каліцтва у новонароджених дітей і зменшення лактації у годуючих матерів.

Вплив електромагнітного поля на рослини. В результаті численних досліджень з'ясовано, що електромагнітні хвилі істотно впливають на біологічні об'єкти, які проявляються в різноманітті індукованих ефектів. Як слабкі, так і сильні ЕМП надають досить виражений вплив на морфологічні, фізіологічні, біохімічні та біофізичні характеристики багатьох рослин. Впливають на зростання, розвиток і розмноження рослинних об'єктів.

Теоретично рівні електричного поля, котрі реєструють поблизу повітряних ліній (ПЛ) достатні для пошкодження листя рослин. Проведені спостереження та експерименти по впливу ЕМП ліній електропередачі на рослини показали, що спостерігається зменшення сухої ваги надземної маси рослин вівса, соняшника зростаючих під ПЛ, в порівнянні з контролем. Відзначено негативний вплив ЕМП на величину потенційної нітрогенезної активності ґрунтової різосферної популяції, довжину проростків рослин.

Вплив слабких електромагнітних полів на живі організми. Слабкі електромагнітні поля при інтенсивності менше порога теплового ефекту також впливають на зміни у живій тканині. Дослідження біологічного впливу стільникового телефону, комп'ютерного блоку та інших електронних засобів

проведені в ряді наукових центрів. При цьому шкідливість електронних засобів перевірялась як у робочому, так і у вимкненому стані, в тому числі і без засобів живлення [15].

Результати проведених досліджень з оцінки впливу стільникового телефону, комп'ютера та інших сучасних радіоелектронних засобів на різні організми як у робочому, так і у вимкненому стані виявилися невтішними і показали вкрай негативний їх вплив на стан біологічних об'єктів, яке проявлялось:

- у зниженні рухової активності і виживання мікроорганізмів;
- у збільшенні смертності мікроорганізмів;
- в погіршенні регенерації тканин;
- в порушенні ембріонального і личинкового розвитку;
- у зниженні біохімічних реакцій, порушення метаболізму;
- у зниженні енергетичного потенціалу у всіх життєво важливих системах організму.

6.3. Методи та засоби захисту навколишнього середовища від впливу техногенних чинників

Захист від електромагнітних випромінювань. Для зменшення впливу ЕМВ на персонал та населення, яке знаходиться у зоні дії радіоелектронних засобів, потрібно вжити ряд захисних заходів. До їх числа можуть входити організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні заходи.

Здійснення організаційних та інженерно-технічних заходів покладено передусім на органи санітарного нагляду. Разом з санітарними лабораторіями підприємств та установ, які використовують джерела електромагнітного випромінювання, вони повинні вживати заходи з гігієнічної оцінки нового будівництва та реконструкції об'єктів, котрі виробляють та використовують радіозасоби, а також нових технологічних процесів та обладнання з використанням ЕМП, проводити поточний санітарний нагляд за об'єктами, які використовують

джерела випромінювання, здійснювати організаційно-методичні роботи з підготовки спеціалістів та інженерно-технічний нагляд [16].

Ще на стадії проектування повинно бути забезпечено таке взаємне розташування опромінюючих та опромінюваних об'єктів, яке б зводило до мінімуму інтенсивність опромінення. Оскільки повністю уникнути опромінення неможливо, потрібно зменшити ймовірність проникнення людей у зони з високою інтенсивністю ЕМП, скоротити час перебування під опроміненням.

Виключно важливе значення мають інженерно-технічні методи та засоби захисту: колективний (група будинків, район, населений пункт), локальний (окремі будівлі, приміщення) та індивідуальний. Колективний захист спирається на розрахунок поширення радіохвиль в умовах конкретного рельєфу місцевості. Економічно найдоцільніше використовувати природні екрани — складки місцевості, лісонасадження, нежитлові будівлі.

Встановивши антену на горі, можна зменшити інтенсивність поля, яке опромінює населений пункт у кілька разів. Аналогічний результат дає відповідна орієнтація діаграми спрямованості, особливо високоспрямованих антен, наприклад, шляхом збільшення висоти антени. Але висока антена складніша, дорожча, менш стійка. Крім того, ефективність такого захисту зменшується з відстанню.

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

Локальний захист дуже ефективний і використовується часто. Він базується на використанні радіозахисних 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 віком сітками, металізованими шторами [16].

Опромінення у такому приміщенні зводиться до мінімуму, але віддзеркалене від екранів випромінювання перепоширюється у просторі та потрапляє на інші об'єкти.

Для персоналу, яке обслуговує радіозасоби та перебуває на невеликій відстані потрібно забезпечити надійний захист шляхом екранування апаратури.

Поряд із віддзеркалюючими широко розповсюджені екрани з матеріалів, що поглинають випромінювання. Існує велика кількість радіопоглинальних матеріалів як однорідного складу, так і композиційних, які складаються з різнорідних діелектричних та магнітних речовин. З метою підвищення ефективності поглинаюча поверхня екрана виготовляється шорсткою, ребристою або у вигляді шипів. Радіопоглинаючі матеріали можуть використовуватися для захисту навколишнього середовища від ЕМП, яке генерується джерелом, що знаходиться в екранованому об'єкті.

Засоби індивідуального захисту використовують лише у тих випадках, коли інші захисні заходи неможливо застосувати або вони 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. Такі засоби незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання робочих операцій, погіршують гігієнічні умови.

Для захисту тіла використовується одяг із металізованих тканин та радіопоглинаючих матеріалів. Металізована тканина складається з бавовняних чи капронових ниток, спіральне обвитих металевим дротом, таким чином, ця тканина, мов металева сітка послаблює випромінювання не менш, як на 20-30дБ. При зшиванні деталей захисного одягу потрібно забезпечити контакти 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 бахіли, проте 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 радіооб'єктах [17].

Колективний та індивідуальний захист від шуму. Боротьба з шумом в джерелі його виникнення. Це найбільш дієвий спосіб боротьби з шумом. Створюються малOSHумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

Зниження шуму звукопоглинанням. Об'єкт, котрий випромінює шум, розташовують у кожусі, внутрішні стінки якого покриваються звукопоглинальним матеріалом. Кожух повинен мати достатню звукопоглинальну здатність, не заважати обслуговуванню обладнання під час роботи, не псувати інтер'єр цеху. Різновидом цього методу є кабіна, в котрій розташовується найбільш шумний об'єкт і в котрій працює робітник. Кабіна зсередини вкрита звукопоглинальним матеріалом, щоб зменшити рівень шуму всередині кабіни, а не лише ізолювати джерело шуму від решти виробничого приміщення.

Зниження шуму звукоізоляцією. Суть цього методу полягає в тому, що шумовипромінювальний об'єкт або декілька найбільш шумних об'єктів розташовуються окремо, ізолювано від основного, менш шумного приміщення звукоізолювальною стіною або перегородкою. Звукоізоляція також досягається шляхом розташування найбільш шумного об'єкта в окремій кабіні. При цьому в ізолюваному приміщенні і в кабіні рівень шуму не зменшиться, але шум впливатиме на менше число людей. Звукоізоляція досягається також шляхом розташування оператора в спеціальній кабіні, звідки він спостерігає та керує технологічним процесом. Звукоізоляційний ефект забезпечується також встановленням екранів та ковпаків. Вони захищають робоче місце і людину від безпосереднього впливу прямого звуку, однак не знижують шум в приміщенні.

Зниження шуму акустичною обробкою приміщення. Акустична обробка приміщення передбачає вкривання стелі та верхньої частини стін звукопоглинальним матеріалом. Внаслідок цього знижується інтенсивність відбитих звукових хвиль. Додатково до стелі можуть підвішуватись звукопоглинальні щити, конуси, куби, встановлюватись резонаторні екрани, тобто штучні поглиначі. Ефективність акустичної обробки приміщень залежить від звукопоглинальних властивостей застосовуваних матеріалів та конструкцій, особливостей їх розташування, об'єму приміщення, його геометрії, місць розташування джерел шуму. Ефект акустичної обробки більший в низьких приміщеннях (де висота стелі не перевищує 6 м) витягнутої форми. Акустична обробка дозволяє знизити шум на 8 дБА [17].

Заходи щодо зниження шуму слід передбачати на стадії проектуванні промислових об'єктів та обладнання. Особливу увагу слід звертати винесенню шумного обладнання в окреме приміщення, що дозволить зменшити число працівників в умовах підвищеного рівня шуму та здійснити заходи щодо зниження шуму з мінімальними витратами коштів, обладнання та матеріалів. Зниження шуму можна досягти лише шляхом знешумлення всього обладнання з високим рівнем шуму.

Роботу щодо знешумлення діючого виробничого обладнання в приміщенні розпочинають зі складання шумових карт та спектрів шуму обладнання і виробничих приміщень, на підставі котрих виноситься рішення щодо напрямку роботи.

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 6

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликав забруднення природного середовища електромагнітними випромінюваннями (полями). Головними їхніми джерелами є радіо-, телевізійні і радіолокаційні станції. Поблизу кожного обласного центру, багатьох районних центрів, великих міст розташовані

телевізійні центри або ретранслятори, радіоцентри, засоби радіозв'язку різного призначення.

Для зменшення впливу електромагнітних полів на персонал, який знаходиться у зоні дії деяких радіоелектронних засобів необхідним є ряд захисних заходів: організаційні, інженерно-технічні та лікувально-профілактичні.

Існують розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їхньої експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань.

Отже, на етапі проектування взаємне розміщення об'єктів має бути забезпечено таким чином, щоб інтенсивність опромінення була мінімальною. Також треба заздалегідь попіклуватися про зменшення часу перебування персоналу у зоні опромінення. Потужність джерел випромінювання повинна бути найменшою з можливих. Крім того треба вимагати від керуючих органів дотримування державних стандартів України та не порушувати їх норм.

ВИСНОВКИ

1. У першому розділі роботи розглянуто основні навігаційні системи для обслуговування повітряного руху, зокрема радіомаяки VOR. VOR- це маяки, які надають пілоту інформацію про напрямок руху, дозволяючи йому летіти заздалегідь обраним курсом від позиції однієї системи VOR до позиції іншої.

VOR-маяк надає наступну інформацію пілоту через бортовий приймач:

Азимут – кут між напрямком на магнітний Північ і напрямком «наземний радіомаяк – літак».

Курс, який вказує, чи знаходиться ПС зліва або праворуч від заданого курсу (лінії положення), або знаходиться точно на курсі.

Індикація «від / на», яка вказує, чи летить ПС на радіомаяк або від нього.

До складу системи входять наступні функціональні блоки: ередавач (одинарний або подвійний); Монітори в одинарному або подвійному виконанні; Інтерфейс локальної/віддаленої лінії зв'язку; Блок живлення; Антенна система.

2. У другому розділі роботи розглядається супутникова система для безпечного та захищеного управління повітряним рухом Iris.

Iris було розроблено (за погодженням між ESA та Спільним підприємством SESAR) для підтримки послуг зв'язку повітря-земля для ATS та AOC. Основні зацікавлені сторони ATM визнають, що Iris є кандидатом, доступним для доповнення VDL Mode 2 у короткостроковій та середньостроковій перспективі, маючи при цьому великий потенціал для підтримки глобальної передачі даних ATS у довгостроковій перспективі (Глобальний аеронавігаційний план ICAO).

Комунікаційна служба Iris забезпечить:

Служби безпеки даних ATN/OSI підтримка таких програм: **Базовий рівень ATN 1**- поточний набір послуг каналу передачі даних ATS, підмножина CPDLC якого передбачена Правилком реалізації DLS; **Базовий рівень ATS 2**- запропонований майбутній набір послуг каналу передачі даних ОПР, передбачений

для запровадження роботи на основі траєкторії, з лише невеликою підмножиною, охопленою Правилем реалізації PCP (тобто послуга ADS-C EPP); **Служби безпеки даних ACARS** -існуючі канали передачі даних FANS1/A для віддалених і океанічних регіонів, реалізовані для поточної SBB Oceanic Safety; **Голосове обслуговування кабіни для океанського повітряного простору**- канали з комутацією каналів (CS) і пріоритетні канали з комутацією пакетів (PS) будуть надані для голосового зв'язку в кабіні, використовуючи те саме рішення, яке вже працює в рамках SwiftBroadband Oceanic Safety; **Служба даних AIS/AOC** -служби інформації та оперативного контролю авіакомпаній.

3. У третьому розділі роботи розглянуто питання підвищення ефективності функціонування супутникової системи. Оскільки всі заходи щодо індустріалізації Iris завершуються, а наскрізна інтеграція системи наближається до завершення, Iris рухається вперед до свого оперативного використання в європейському небі, щоб забезпечити додаткове рішення для VDL2 через програми ATN B1 і B2. Зараз важливо визначити чітку структуру розгортання, щоб зацікавлені сторони банкоматів могли планувати необхідні інвестиції в послугу.

Основні підготовчі заходи до етапу експлуатації Iris включають:

- Обґрунтування безпеки розробляється європейськими ПАНО;
- Процедури моніторингу продуктивності Iris, які повинен виконувати менеджер мережі;
- Вибір постачальника послуг Iris для комерційного використання послуг Iris.

Як показано в Дорожній карті Iris, що додається, цільовий вихід на повне обслуговування планується до 1 кварталу 2022 року (вплив COVID-19 буде проаналізовано).

Незважаючи на те, що було показано, що система Iris може ефективно доповнювати VDL2, забезпечуючи таку необхідну додаткову потужність, вона потребує кількох літальних апаратів, оснащених Iris, а також кількох ПАНО для надання послуг. Це вимагає узгодженого плану розгортання та нормативно-правової бази відповідно до європейської стратегії DLS, що спирається на додаткові

технології. Стимули для авіакомпаній і постачальників аеронавігаційних послуг прискорять оснащення Iris (переднє встановлення та модернізація), щоб ефективно пом'якшити очікуване перевантаження системи VDL2 і підтримати цифрову трансформацію європейського неба.

Наразі ESA підтримує SDM у визначенні найкращої стратегії розгортання, яка може використовувати переваги рішення Iris на користь авіаційної спільноти в Європі.

4. У четвертому розділі розглядалися принципи побудови на функціональному рівні приймача GPS, а також детальніше розповідалося про різновиди функціональних схем приймальної частини пристрою GPS.

У розділі було розглянуто приймальний тракт, особливо робота принципової схеми, а також елементна база, яка складається з таких елементів -мікроскладання приймача GPS сигналів, активної антени GPS, драйвера COM-порту, а також ланцюгів живлення.

5. У п'ятому та шостому розділах роботи розглянуто питання охорони праці та навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кичак В. М., Слободян І. В., Кичак В. В. Компонентна база телекомунікаційних і радіотехнічних систем (частина 1): навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – 131 с.
2. Зуєв О.В., Красноружев Г.І., Мелкумян В.Г. Радіонавігаційне обладнання аеропортів: Навч. посібник. – Кр. Ріг: КК НАУ, 2019. – 144 с.
3. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. посібник/За ред. Ю.Л.Мазора, Є.А.Мачуського, В.І.Правди.-К.: Вища шк., 2019.-83 с.:іл.
4. Зуєв О.В., Мелкумян В.Г., Семенов О.О. Радіолокаційне та радіонавігаційне обладнання аеропортів: Навч. посібник. – К.: НАУ, 2016. – 216 с.
5. Харченко В.П., Конін В.В. Супутникові системи :Навч. посібник. – К.: НАУ, 2018. – 276 с.
6. Негативний вплив електромагнітних полів на людину [Електронний ресурс]– Режим доступу до ресурсу: <https://oppb.com.ua/articles/negatyvnyy-vplyv-elektromagnitnyh-poliv-na-lyudynu>.
7. ГН 3.3.5-8-6.6.1-2019 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»
8. Білуха М. Т. Основи наукових досліджень. – К.: ВШ, 2018. – 271 с.
9. ДБН В.2.5-28-2019 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»
10. ДСТУ Б В.2.5-82:2019 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом»
11. ДСТУ 8604:2019 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги»
12. Наказ Міністерства соціальної політики України від 14.02.2018 № 207, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 25 квітня 2018 року за №508/31960 «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я

працівників під час роботи з екранними пристроями»

13. Прогнозування екологічних ризиків з використанням аналізу ієрархів та теорії нечітких множин: міжнародна науково-практична конференція «І-й всеукраїнський з'їзд екологів»: Тези доповідей. Україна, м. Вінниця, 4-7 жовтня 2019. – 2019. – С.25.

14. Клап Я. А., Яремкевич О. С., Червцова В. Г., Заярнюк Н. Л., Новіков В. П., Дослідження впливу електромагнітних, постійних магнітних та акустичних полів на організм людини // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2019 – № 812. – С. 365–372.

15. Сучасний стан досліджень впливу електромагнітних випромінювань на організм людини [Електронний ресурс]/[А. П. Чорний, В. В. Никифоров, Д. І. Родькін, В. Ю. Ноженко] // Інженерні та освітні технології в електротехнічних та комп'ютерних системах: щоквартальний науково-практичний журнал. – Кременчук: КрНУ, 2020.

16. Басюк Т.М., Пасічник Н.О. Основи інформаційних технологій: навч.посібн. – Львів: “Новий Світ-2000”, 2020. – 390 с.

17. Професійні хвороби: навчальний посібник для студ. вищ. навч.закладів, які навчаються за спеціальністю «Безпека життєдіяльності»/авт. укл. Т. Я. Біндюк, О. В. Бессчетнова. - Балашов: Миколаїв, 2019. - 128 с.

18. Радіонавігаційні системи : підручник / В. М. Васильєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 338 с.

19. The Satellite Communications System for Safe and Secure Air Traffic Management Data Links and Voice