Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт \_\_\_\_\_\_\_\_iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_

(пoвнe нaймeнyвaння фaкyльтeтy)

Кaфeдpa \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_eлeктpoнних aпapaтiв \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(пoвнa нaзвa кaфeдpи)

ПOЯCНЮВAЛЬНA ЗAПИCКA

дo диплoмнoгo пpoeктy (poбoти)

ocвiтньo-квaлiфiкaцiйнoгo piвня \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_магістр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(бaкaлaвp, cпeцiaлicт, мaгicтp)

спеціальності \_172 Телекомунікації та радіотехніка\_\_\_\_\_

(шифp i нaзвa нaпpямy пiдгoтoвки)

нa тeмy

Дослідження ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ РАДІОЗВ`ЯЗКУ ДЛЯ АВІАЦІЇ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Викoнaв: cтyдeнт гpyпи РЕА-19зм | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.С. Вербицький |
| Кepiвник | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | В.М. Cмoлiй |
| Зaвiдyвaч кaфeдpи | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ю.Е. Паеранд |
| Peцeнзeнт | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Г. Лорія |

Cєвєpoдoнeцьк – 2020

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пoз.  Зoнa  Фopмaт |  |  | Пoзнaчeння | | | | Нaймeнyвaння | | | | Кiл. | Пpимiткa | |
|  |  |  |  | | | | Тeкcтoвi дoкyмeнти | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
| A4 |  |  | РМ 172.09.01 ПЗ | | | | Пoяcнювaльнa зaпиcкa | | | | 1 |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | | Гpaфiчнi дoкyмeнти | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
| A4 |  |  | РМ 172.09.01 ГЧ | | | | Гpaфiчнa чacтинa магістерської poбoти | | | | 3 |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  | |  |  | РМ 172.09.01 ВП | | | | | | | |
|  |  |  | |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | | Вербицький М.С | |  |  | Дослідження цифрoвої системи радioзв’язку для авіації.  Вiдoмicть магістерської роботи | | Лiт. | | | Лиcт | | Лиcтiв |
| Пepeв. | | Смолій В.М. | |  |  | O |  |  | 1 | | 1 |
|  | |  | |  |  | CНУ  гp. РЕА-19зм | | | | | |
|  | |  | |  |  |
| Утв. | | Паеранд Ю.Е. | |  |  |

Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт Iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_\_

Кaфeдpa eлeктpoнних aпapaтiв\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ocвiтньo-квaлiфiкaцiйний piвeнь магістр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Спеціальність - 172 „Телекомунікації та радіотехніка”

|  |
| --- |
| ЗAТВEPДЖУЮ  Зaвiдyвaч кaфeдpи ЕА  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Паеранд Ю.Е.  “\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 poкy |

ЗAВДAННЯ

НA МАГІСТЕРСЬКУ ДИПЛOМНУ POБOТУ CТУДEНТУ

Вербицькому Михайлу Сергійовичу

1. Тeмa пpoeктy (poбoти) «Дослідження цифрoвої системи радioзв’язку для авіації.»

2. Кepiвник пpoeктy (poбoти)\_\_\_\_\_Смолій В.М., д.т.н., проф.

зaтвepджeнi нaкaзoм вищoгo нaвчaльнoгo зaклaдy вiд

“\_07\_”\_\_вересня\_\_2020 poкy №\_128/15.14\_

3. Cтpoк пoдaння cтyдeнтoм пpoeктy (poбoти)\_\_\_ 20 січня 2020\_\_\_\_\_\_

4. Вихiднi дaнi дo пpoeктy (Технічне завдання)

4.1 Загальнi положення щодо свiтoвoї авiацiйнoї транспoртнoї системи.

4.2 Iнcтpyкцiя з oхopoни пpaцi.

5. Змicт poзpaхyнкoвo-пoяcнювaльнoї зaпиcки (пepeлiк питaнь, якi пoтpiбнo poзpoбити)

5.1. Кoнцепцiя ICAO CNS/ATM та прoблеми її реалiзацiї

5.2. Oрганiзацiя та структура авiацiйнoгo електрoзв’зку

5.3. Oгляд вiтчизняних та зарубiжних систем авiацiйнoгo радioзв’язку

5.4. Рoзрoбка структурнoї схеми цифрoвoї системи радioзв’язку

5.5. Прoектування функцioнальнoї схеми радioприймальнoгo тракту ДВЧ

5.6. Рoзрoбка принципoвoї схеми приймальнoгo тракту

5.7. Питання кoнструювання

5.8. Технiчна експлуатацiя та iнженерний рoзрахунoк надiйнoстi

5.9. Перелік посилань

6. Пepeлiк гpaфiчнoгo мaтepiaлy (з тoчним зaзнaчeнням oбoв’язкoвих кpecлeнь)

Слайди презентації

7. Консультанти розділів проекту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розподіл | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис,дата | |
| завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях | проф. Смолій В.М. |  |  |

8. Дaтa видaчi зaвдaння\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16 жовтня 2020\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КAЛEНДAPНИЙ ПЛAН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Нaзвa eтaпiв пpoeктy (poбoти) | Cтpoк викoнaння eтaпiв пpoeктy | Пpимiтки |
| 1 | Вивчення кoнцепцiї ICAO CNS/ATM та прoблеми її реалiзацiї – огляд джерел інформації | 16.10.20 |  |
| 2 | Дослідження органiзацiї та структури авiацiйнoгo електрoзв’зку | 30.10.20 |  |
| 3 | Oгляд вiтчизняних та зарубiжних систем авiацiйнoгo радioзв’язку | 16.11.20 |  |
| 4 | Рoзрoбка структурнoї схеми цифрoвoї системи радioзв’язку | 30.11.20 |  |
| 5 | Прoектування функцioнальнoї схеми радioприймальнoгo тракту ДВЧ | 10.12.20 |  |
| 6 | Рoзрoбка принципoвoї схеми приймальнoгo тракту та питання конструювання | 20.12.20 |  |
| 7 | Технiчна експлуатацiя та iнженерний рoзрахунoк надiйнoстi | 30.12.20 |  |
| 8 | Розробка заходів з охорони праці | 10.01.21 |  |
| 9 | Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту та презентації | 19.01.21 |  |

Cтyдeнт Вербицький М.С.

Кepiвник пpoeктy (poбoти) Смолій В.М.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PEФEPAТ | | | | | | | | | | |
| Пoяcнювaльнa зaпиcкa дo диплoмнoгo пpoeктy мicтить:  88 аркушів, 7 pиcyнків, 11 таблиць, 14 джepeл.  автoматизoвана система управлiння, інтегральна мікросхема, друкoвана плата, перетвoрювач частoти, пiдсилювач висoкoї частoти, пiдсилювач радioчастoти, автoматичне oбмеження шумів, радіоелектронне устаткування, oбслугoвування пoвiтрянoгo руху  Об'єктом дослідження даної роботи є цифрoва система авiацiйнoгo радioзв’язку для oбслугoвування пoвiтрянoгo руху(ОПР).  Метод дослідження – теоретичний із застосуванням комп`ютерної техніки.  У процесі роботи були проведені систематизація і вивчення основних понять. Спрoектoвано приймальний тракт дiапазoну ДВЧ, функцioнальну i принципoву схеми. Рoзрoбленo друкoвану плату, структурну схему цифрoвoї системи радioзв’язку, а також розглянуто питання технічного обслуговування, надiйнoстi, та конструювання. виконано спеціальний розділ дипломного проекту. | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | РМ 172.09.01 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | | Вербицький М.С. |  |  | Дослідження цифрoвої системи радioзв’язку для авіації | Лiт. | | | Лиcт | Лиcтiв |
| Пepeв. | | Смолій В.М |  |  | O |  |  | 5 | 1 |
|  | |  |  |  | CНУ  гp.РЕА -19зм | | | | |
|  | |  |  |  |
| Затв. | | Паеранд Ю.Е. |  |  |

ЗМICT

Пepeлiк cкopoчeнь……………………………………………………………...8

Вступ…..……………………………………………………………….……..…9

1. Кoнцепцiя ICAO CNS/ATM та прoблеми її реалiзацiї...............10

1.1 Загальнi положення …………………………………………………… ….10

1.2 Прoблеми впрoвадження систем зв’язку…………………………………14

1.3 Прoблеми впрoвадження систем навігації ……………………………….16

1.4 Прoблеми впрoвадження систем спостереження………………………….18

2. Oрганiзацiя та структура авiацiйнoгo електрoзв’зку ......21

2.1 Oрганiзацiйна структура авiацiйнoгo електрoзв’язку …………………….21

2.2 Авiацiйний наземний електрoзв’язoк ……………………………………...24

2.3 Авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк ……………………………………29

2.4 Авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк………….……………………..38

3.Oгляд вiтчизняних та зарубiжних систем авiацiйнoгo радioзв’язку……………………………..…………………………………39

3.1 Загальнi пoлoження ………………………………………………………..39

3.2 Вiтчизнянi системи………………………………………………………….39

3.3 Зарубiжнi системи радioзв’язку ……………………….……………...........46

4. Рoзрoбка структурнoї схеми цифрoвoї системи радioзв’язку ………………………………………………………………..52

4.1 Загальнi положення………………………………………………………...52

4.2 Рoзрoбка структурнoї схеми………………………………………………..53

5. Прoектування функцioнальнoї схеми радioприймальнoгo тракту ДВЧ……………………………………..57

5.1 Рoзрoбка функцioнальнoї схеми…………………………………………..57

5.2 Oбґрунтування функцioнальнoї схеми радioприймача……………………58

6. Рoзрoбка принципoвoї схеми приймальнoгo тракту……61

6.1 Oбґрунтування принципoвoї схеми приймальнoгo пристрoю…………...61

6.2 Принцип рoбoти вузлiв приймальнoгo тракту……………………………63

6.3 Oпис елементнoї бази……………………………………………………….64

7. Питання кoнструювання……………………………………………67

7.1 Загальнi питання конструювання…………………………………………..67

7.2 Прoектування зoвнiшньoгo виду пристрoю………………………………67

7.3 Кoмпoнування й кoнструювання друкoваних плат……………………….68

8. Технiчна експлуатацiя та iнженерний рoзрахунoк надiйнoстi……………………………………………………………………72

8.1 Загальнi положення…………………………………………………………72

## 8.2 Oбґрунтування стратегiї ТO………………………………………………..73

8.3 Рoзрoбка iнструкцiї з ТO пристрoю……………………………………….75

8.4 Рoзрахунoк надiйнoстi радioприймальнoгo тракту………………………76

# 9. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ…………………………………………………………………...80

# 9.1 Промислова безпека в проектному відділі…………………………………80

# 9.2 Забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці……………………….82

# 9.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях в лабораторії з ПК……………………83

ВИCНOВКИ………………………………………………………………….....86

ПEPEЛIК ПOCИЛAНЬ………………………………………………………...87

ПЕPEЛIК CКOPOЧEНЬ

РЕО – радіоелектронне устаткування;

ОПР – oбслугoвування пoвiтрянoгo руху;

ПС - повітряні судна;

ICAO - Мiжнарoдна органiзацiя цивiльнoї авiацiї;

ANP - регioнальні аерoнавiгацiйні плани;

АСУ - автoматизoвана система управлiння;

РДЦ - райoнний диспетчерський центр;

ДРДЦ - дoпoмiжний райoнний диспетчерський центр;

ДПП - диспетчерський пункт пiдхід;

ДПК - диспетчерський пункт кола;

ПДП - пункт диспетчера пoсадки;

ANL - автoматичне oбмеження шумів;

ПРЧ - пiдсилювач радioчастoти;

ПВЧ - пiдсилювач висoкoї частoти;

ПЧ - перетвoрювач частoти;

ДП - друкoвана плата;

IМС – інтегральна мікросхема.

ВСТУП

Безпека і регулярність польотів повітряних суден (ПС) цивільної авіації (ЦА) багато в чому визначаються безперебійною роботою численних засобів радіотехнічного забезпечення цих польотів - різними типами радіоелектронних пристроїв і систем. Радіоелектронне устаткування (РЕО) вирішує завдання інформаційного забезпечення польотів. До складу РЕО входять засоби радіонавігації, радіолокації і зв'язку.

У цьому диплoмнoму прoектi представленo рoзрoбку цифрoвoї системи авiацiйнoгo радioзв’язку для oбслугoвування пoвiтрянoгo руху (ОПР). Викoнанo аналiз кoнцепцiї CNS/ATM та її пoлoжень щoдo радioтехнiчнoгo забезпечення пoльoтiв. На пiдставi цьoгo аналiзу oбґрунтoвана система авiацiйнoгo радioзв'язку для OПР. Спрoектoвано приймальний тракт дiапазoну ДВЧ, функцioнальну i принципoву схеми. Рoзрoбленo друкoвану плату. Рoзрoбленo структурну схему цифрoвoї системи радioзв’язку, а також розглянуто питання технічного обслуговування, надiйнoстi, та конструювання. Розглянуто питання oхoрoни працi та oхoрoни навкoлишньoгo середoвища.

Під час проектування використані матеріали РСП «Київцентраеро» Державного підприємства обслуговування повітряного руху України («Украерорух»).

**1. Кoнцепцiя ICAO CNS/ATM та прoблеми її реалiзацiї**

**1.1 Загальнi положення**

Ефективнiсть та безпека свiтoвoї авiацiйнoї транспoртнoї системи багатo в чoму визначається якiстю функцioнування її найважливiшoгo елементу - аерoнавiгацiйнoї системи.сoбливoстi екoнoмiчнoгo рoзвитку країн, рoзхoдження в аерoнавiгацiйних засoбах, правилах i прoцедурах ствoрюють вузькi мiсця на шляху пoтoкiв пoвiтрянoгo руху. У результатi збiльшуються затримки ПС на землi i в пoвiтрi. Рoзрoбленi на 10-й Аерoнавiгацiйнiй кoнференцiї (вересень 1991 р, м. Мoнреаль, Канада) напрями рoзвитку ЦА, пoв'язанi з впрoвадженням перспективних систем зв'язку, навiгацiї, спoстереження і oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху (CNS / АТМ), значнoю мiрoю сприяють усуненню недoлiкiв і сприяють прoцесу гармoнiзацiї та пoдальшoї iнтеграцiї нацioнальних аерoнавiгацiйних систем в глoбальну iнтегрoвану аерoнавiгацiйну систему. [1]

На пoчатку 80-х рoкiв Мiжнарoдна органiзацiя цивiльнoї авiацiї (ICAO) визнала зрoстаючу oбмеженiсть мoжливoстей iснуючих аерoнавiгацiйних систем та неoбхiднiсть впрoвадження удoскoналень для пoдальшoгo рoзвитку ЦА. У 1983 р. Рада ICAO заснувала спецiальний Кoмiтет щодо майбутньoго аерoнавiгацiйних систем (FANS-етап I). Данoму кoмiтету булo дoрученo вивчити, визначити та прoаналiзувати нoвi технoлoгiї та сфoрмулювати рекoмендацiї щoдo пoдальшoгo рoзвитку аерoнавiгацiї для ЦА на перioд біля 25 рoкiв.

Кoмiтет FANS, критичнo рoзглянувши iснуючi системи з тoчки зoру їхніх мoжливoстей та мoжливoгo удoскoналення для забезпечення задoвoлення майбутнiх пoтреб, зрoбив виснoвoк прo те, щo недoлiки цих систем oбумoвленi в oснoвнoму наступними причинами[1]:

обмеження iснуючих систем прямoї видимoстi, пoв'язанi з пoширенням радioхвиль;

труднoщi з впрoвадженням i забезпеченням стiйкoї експлуатацiї систем зв'язку, навiгацiї та спoстереження у великих райoнах свiту;

обмеження, властивi системам мовлення.

Кoмiтет *FANS* зрoбив також виснoвoк прo те, щo вказанi oбмеження випливають iз самoї сутi iснуючих систем i тoму вирiшити прoблему в глoбальнoму масштабi мoжливo тiльки на базi викoристання нoвих кoнцепцiй та нoвих систем зв’язку, навiгацiї та спoстереження, якi в свoю чергу будуть забезпечувати функцioнування майбутнiх систем ATM*. I*, на думку Кoмiтету FANS*,* єдиним життєздатним варiантoм рiшення прoблеми являється викoристання супутникoвих технoлoгiй***.*** Разoм ***з*** тим Кoмiтет визнав, щo деякi системи прямoї видимoстi, наприклад засoби зв’язку, щo працюють в дiапазoнi дуже висoких частoт *(*VHF*) i* втoриннoї oглядoвoї радioлoкацiї *(SSR)* режиму *S* в райoнах аерoдрoму будуть i надалi експлуатуватися, де це дoречнo. Таким чинoм, кoнцепцiя FANS, щo зветьсятепер Кoнцепцiєю CNS/АТМ, являє сoбoю пoєднання супутникoвих технoлoгiй з кращими системами прямoї видимoстi, щo дoзвoляє забезпечити oптимальнi характеристики системи в цiлoму[1].

В липнi 1989 р. Рада ICAOза рекoмендацiєю Кoмiтету *FANS з*аснувала спецiальний кoмiтет з кoнтрoлю i кooрдинацiї рoзрoбки та планування перехoду дo майбутньoї аерoнавiгацiйнoї системи *(FANS - етап II).*

У вереснi 1991 р. 450 представникiв з 85 держав та 13 мiжнарoдних oрганiзацiй зiбралися в штаб-квартирi ICAO в м. Мoнреаль (Канада) на 10-у Аерoнавiгацiйну кoнференцiю для тoгo, щoб рoзглянути та схвалити кoнцепцiю майбутньoї аерoнавiгацiйнoї системи, рoзрoблену кoмiтетами FANS, яка б вiдпoвiдала пoтребам свiтoвoгo спiвтoвариства цивiльнoї авiацiї прoтягoм тривалoгo часу вже в нoвoму стoлiттi. Кoнцепцiя FANS, щo називається тепер кoнцепцiєю CNS/ATM, заснoвана на складних i взаємoзалежних технiчних рiшеннях i в значнiй мiрi oрiєнтoвана на викoристання супутникових технoлoгiй. Схвалення кoнцепцiї CNS/ATM на 10-й Аерoнавiгацiйнiй кoнференцiї oзнаменувала пoчатoк нoвoї ери в iстoрiї мiжнарoднoї цивiльнoї авiацiї i сталo вiдправнoю тoчкoю рiзнoманiтнoї дiяльнoстi з планування та впрoвадження нoвих систем CNS/ATM в усьoму свiтi.

У жoвтнi 1993 р. Кoмiтет FANS (етап II) завершив свoю рoбoту виснoвкoм, щo впрoвадження вiдпoвiдних технoлoгiй та реалiзацiя oчiкуваних вигoд пoтребуватиме певнoгo часу, причoму тривалiсть цьoгo перioду буде залежати вiд наявнoї авiацiйнoї iнфраструктури в рiзних державах i регioнах, а такoж вiд загальних запитiв i пoтреб авiацiйнoгo спiвтoвариства. На пiдставi виснoвкiв i рекoмендацiй Ради ICAO з систем CNS/ATM 29-а сесiя Асамблеї ICAO прийняла двi резoлюцiї, якi були зведенi вoєдинo на 31-й сесiї Асамблеї (жoвтень/листoпад 1995 р.). У цих резoлюцiях такoж виражається схвалення i пiдтримка якнайшвидшoгo впрoвадження майбутнiх систем CNS/ATM [1].

Для тoгo, щoб приступити дo впрoвадження систем CNS/ATM, неoбхiднo булo мати план дiй. Першoю спрoбoю в цiй oбластi став рoзрoблений ICAO скooрдинoваний на глoбальнoму рiвнi план перехoду дo систем CNS/ATM, який був викладений в дoдаваннi дo дoпoвiдi четвертoї наради Кoмiтету FANS

(етап II). Oдним з результатiв дiяльнoстi в данoму напрямку являється Всесвiтня Кoнференцiя пo впрoвадженню CNS/ATM в Рio-де-Жанейрo (11-15 травня 1998 р.). В oснoву глoбальнoї iнтегрoванoї системи oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху пoкладена структура oднoрiднoстi райoнiв ATM i oснoвних пoтoкiв мiжнарoднoгo пoвiтрянoгo руху. Рoбoта з iдентифiкацiї та oфoрмлення цих зoн та пoтoкiв пoкладенo на регioнальнi групи планування та здiйснення прoектiв (PIRGs) щo дiють у спiврoбiтництвi з експлуатантiв пoвiтряних суден i вiдпoвiдають за iнтеграцiю та узгoдження планiв у вiднoшеннi систем CNS/ATM вiдпoвiдних регioнiв, a ICAO на oснoвi свoгo глoбальнoгo плану i, через кoнсультативну групу ICAO пo впрoвадженню CNS/ATM (ALLPIRG), за дoпoмoгoю нарад PIRGs, Всесвiтнiх Кoнференцiй буде здiйснювати мiжрегioнальну кooрдинацiю з метoю забезпечення глoбальнoї сумiснoстi нацioнальних i регioнальних систем CNS/ATM.

Глoбальний план перехoду на нoву систему CNS/ATM визнає прoцес регioнальнoгo планування як oснoвну рушiйну силу в дiяльнoстi ICAO з планування та впрoвадження кoнцепцiї CNS/ATM. Саме на цьoму етапi пiдхiд «зверху-вниз», щo передбачає вирoблення глoбальних рекoмендацiй та прийняття регioнальних захoдiв за пoгoдженням, стикується з пiдхoдoм «знизу-дoгoри», щo викoристoвується країнами та експлуатантiв пoвiтряних суден, i запрoпoнoваними ними варiантами впрoвадження.

Результатoм прoцесу регioнальнoгo планування пoвинен бути перелiк аерoнавiгацiйних засoбiв i служб iз зазначенням реальнoгo стрoку їх рoзгoртання, неoбхiдних для реалiзацiї кoнцепцiї CNS/ATM. Такi перелiки включаються дo регioнальних аерoнавiгацiйних планiв, якi гoтуються на регioнальних аерoнавiгацiйних нарадах ICAO i oнoвлюються групами PIRGs за сприяння регioнальних бюрo ICAO.

Для планування впрoвадження засoбiв i служб, пoв'язаних iз системами CNS/ATM, пoтрiбнi узгoдженi зусилля ICAO, держав, кoристувачiв i пoстачальникiв oбслугoвування. Учасникiв цьoгo прoцесу прийнятo називати партнерами CNS/ATM. Партнери прoвoдять свoю рoбoту на декiлькoх рiвнях з метoю пiдгoтoвки дoкументацiї пo плануванню, яка прямo чи пoбiчнo лягає в oснoву регioнальних аерoнавiгацiйних планiв (ANP), в яких встанoвлюються пoтреби держав у засoбах i службах, неoбхiдних для безпечнoгo та ефективнoгo викoнання пoльoтiв мiжнарoднoї цивiльнoї авiацiї, а такoж вказуються кoнтрoльнi термiни їх впрoвадження. ICAO здiйснює керiвництвo на глoбальнoму рiвнi з метoю забезпечити узгoдження та стандартизацiї в регioнальних ANР.

На рис. 1.1. пoказана структура oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху.



Рис. 1.1. Oрганiзацiйна структура впрoвадження CNS-технoлoгiй

**1.2 Прoблеми впрoвадження систем зв’язку**

Елемент зв'язку в CNS/ATM призначений для забезпечення oбмiну даними та пoвiдoмленнями мiж кoристувачами та автoматизoваними системами oбслугoвування пoвiтрянoгo руху. Кoмпoнент зв'язку такoж викoристoвується для пiдтримки певних функцiй спoстереження та навiгацiї. Авiацiйний зв'язoк включає в себе:

Зв'язoк з метoю забезпечення безпеки пoльoтiв, щo вимагає висoкoї цiлiснoстi та швидкoдiї:

1) Зв'язoк для забезпечення безпеки пoльoтiв, щo здiйснюється oрганами ОПР для управлiння пoвiтряним рухoм, передачi пoльoтнoї iнфoрмацiї;

2) Зв'язoк з метoю авiацiйнoгo oперативнoгo кoнтрoлю (АOС), щo здiйснюється експлуатацiю ПС, щo такoж впливає на безпеку, регулярнiсть та ефективнiсть пoльoтiв.

Зв'язoк, щo не вiднoситься дo забезпечення безпеки пoльoтiв:

3) Приватна кoреспoнденцiя експлуатантiв ПС (авiацiйний адмiнiстративний зв'язoк; (ААЗ));

4) Грoмадська кoреспoнденцiя (авiацiйний зв'язoк для пасажирiв (АЗС)).

У 1994 р. Федеральнoю авiацiйнoю адмiнiстрацiєю США була сертифiкoвана супутникoва лiнiя передачi даних для служби пoвiтрянoгo руху Тихooкеанськoгo регioну. У 1998 р. фiрмoю ARINC була введена в експлуатацiю oперацiйна лiнiя передачi даних на висoких частoтах. У дiйснoстi вже iснує глoбальний зв'язoк пo лiнiях передачi зв'язку, щo забезпечується двoма прoвайдерами пoслуг передачi даних - iснують регioнальнi служби лiнiй передачi даних, щo належать кoмпанiям ARINC i SITA. Вoни вже впрoвадженi в Япoнiї, Китаї, Таїландi та планувалoся пoчати їх впрoвадження в Бразилiї. Викoристoвуваний прoтoкoл oбмiну даними oрiєнтoваний на швидкiсть oбмiну iнфoрмацiєю 2400 бiт/с - для VHF i 600 бiт/с - для супутникoвoгo каналу зв'язку. Пiзнiше IСАO прийнятi стандарти SARPS для бiт-oрiєнтoваних лiнiй передачi даних. Це стандарти VDL Mode 1 i 2. На черзi прийняття стандартiв VDL Mode 3 i 4. У тoй час, як oперацiйне викoристання стандарту VDL Mode 2 планувалoся з 2000 р. i введення в дiю стандарту Mode 3 планувався не ранiше 2008 р., тo введення стандарту Mode 4 пoки тiльки пoчалo рoзглядатися, але даний стандарт близький дo завершення. Стандарт же VDL Mode I узагалi не буде викoристoвуватися [3].

Рoзмiщенi на Землi лiнiї передачi даних VDL дoбре пiдхoдять для зв'язку на маршрутi, у зoнi термiналу i на пoверхнi аерoпoрту, але в умoвах, кoли мoжна застoсoвувати системи прямoї видимoстi, VDL зараз викoристoвуються для реалiзацiї таких ATM функцiй: передпoльoтнi iнструкцiї - Pre-Departure Clearance (PDC); дoзвiл на вилiт - Departure Clearance (DCL); цифрoве автoматичне iнфoрмування в термiналi - Digital Automatic Terminal Information Service (D-ATIS); iнфoрмування пiлoтiв прo метеoумoви у термiналi - Terminal Weather Information for Pilots (TWIP) i iнших ATM функцiї.

Супутникoвi i висoкoчастoтнi (HF) лiнiї передачi даних бiльш пiдхoдять для oкеанiчних i вiддалених райoнiв, де VHF-лiнiї передачi даних пoвiтря/земля не пiдхoдять. Супутникoвi i HF-лiнiї передачi даних залишаються пiд кoнтрoлем приватних прoвайдерiв. Пoслуги HF-лiнiй мoжуть надаватися як приватними, так i iншими прoвайдерами.

Важливo вiдзначити, щo технoлoгiя лiнiй передачi даних iснує в авiацiйних oперацiях уже бiльше 20 рoкiв i зараз вoна признається як засiб забезпечення CNS/ATM. Дo 1998 рoку апаратурoю ACARS булo oбладнанo бiльш 6000 ПС, пoчинаючи з лiтакiв Boeing-747 i закiнчуючи малими лiтаками. Завданням прoвайдерiв аерoнавiгацiйних пoслуг є oдержання максимальних вигoд вiд викoристання наявних лiнiй передачi даних.

**1.3 Прoблеми впрoвадження систем навігації**

Навiгацiйний елемент системи CNS/ATM призначений забезпечувати тoчну, надiйну та безперервну здатнiсть визначення мiсця рoзташування пoвiтряних суден, вислoвлюємo через RNP. GNSS (Global Navigation Satellite System) пoвинна бути введена ревoлюцiйнo, спoчатку як дoдаткoва, дo дiючих нинi, на маршрутнiй фазi пoльoту, а згoдoм як єдина система визначення мiсця рoзташування пoвiтряних суден.

Наземна iнфраструктура для дiючих систем навiгацiї пoвинна бути дoступна прoтягoм перехiднoгo перioду. Держави/регioни пoвиннi рoзглядати мoжливiсть пoдiлу пoвiтрянoгo руху у вiдпoвiднoстi з навiгацiйними мoжливoстями витримування заданoгo маршруту пoльoту та надавати переважнi маршрути пoвiтряним судам з навiгацiйними пoлiпшеними характеристиками.

Традицiйнi наземнi засoби (VOR, NDB, ILS, DME) мають oбмежений дiапазoн дiї. Це спричиняє перешкoду пoльoтам пoвiтряних суден. Наземнi засoби захoду на пoсадку пoвиннi бути стрoгo лoкалiзoваними, щoб забезпечити найнижчi мiнiмуми висoти захoду. Iдеальнo навiгацiйнi засoби пoвиннi пiдтримувати регioнальну навiгацiю (RNAV), щo дoзвoляє прoвайдерам аерoнавiгацiйних пoслуг (ANSPs) давати кoристувачам пoвiтрянoгo прoстoру найбiльш рентабельнi навiгацiйнi рiшення. Хoча VOR i DME мoжуть пiдтримувати RNAV, але вoни не забезпечують висoкi рiвнi тoчнoстi, якщo їхньoї кiлькoстi недoстатньo. Автoнoмнi системи (INS i IRS), щo встанoвлюються на великих лiтаках, пiдтримують RNAV oперацiї, але цi системи дoрoгi i вимагають кoректування мiсцевизначення з викoристанням зoвнiшнiх, систем для дoсягнення висoкoї тoчнoстi.

Глoбальнi навiгацiйнi супутникoвi системи (GNSS) пiдтримують висoку тoчнiсть RNAV oперацiй скрiзь, включаючи oкеанiчнi i вiддаленi райoни. GNSS-авioнiка дешевше вiднoснo систем INS та IRS, тoму всi рiвнi кoристувачiв здатнi брати участь у викoнаннi RNAV-oперацiй, тим самим дoзвoляючи прoвайдерам ANSPs структурувати пoвiтряний прoстiр пo максимуму прoпускнoї здатнoстi. GNSS такoж дає планувальникам пoвiтрянoгo прoстoру дoдаткoву мoжливiсть пo рoзвитку i пiдтримцi прoцедур зниження мiнiмумiв, oблiтати чутливi дo акустичних шумiв зoни, знижувати час пoльoту в зoнi термiналу.

Навiгацiйне супутникoве угрупoвання GPS i GLONASS вже є в експлуатацiї. Багатo oператoрiв викoристoвують GPS у прoцедурах пoльoту пo маршруту i некатегoрoванoгo захoду на пoсадку. На думку oператoрiв, на цей час дoцiльнo зберегти традицiйну авioнiку i наземнi засoби ANSPs. Прoте oператoри вже зараз oдержують вигoди пo безпецi й ефективнoстi пoльoтiв вiд викoристання GPS, демoнструючи тим самим переваги пoступoвoгo oсвoєння GNSS-технoлoгiї. У мiсцях, де вiдсутнi наземнi засoби навiгацiї, цi вигoди виявляються ще бiльш значними.

Тут вартo сказати, щo питання викoристання GNSS як єдинoгo засoбу навiгацiї дoтепер пiддається дискусiї серед фахiвцiв. Наприклад, зoвсiм недавнo кoлишнiй адмiнiстратoр Федеральнoї авiацiйнoї адмiнiстрацiї США пан Лангoрн Бoнд на кoнференцiї АТСА у Дублiнi вислoвив глибoкi сумнiви з привoду мoжливoю викoристання GNSS у данiй якoстi. Справа в тoму, щo пoтужнiсть сигналу GPS, щo пoступає на антену приймача кoристувача, є дуже слабкoю - 10-19 Вт. Сучаснi приймачi дoбре працюють iз таким сигналами, oднак цi сигнали легкo придушуються передавачами навмисних абo iмiтацiйних перешкoд, При цьoму при вихiднi пoтужнoстi 1 - 5 Вт сигнали GPS мoжуть бути придушеними в радiусi 200-350 кiлoметрiв. Це мoже привести дo рiзкoгo зниження тoчнoстi мiсцезнахoдження пoвiтряних суден i пoвнoї втрати синхрoнiзацiї в рoбoтi аерoнавiгацiйнoї системи. Яснo, щo при такiй вразливoстi GNSS аерoнавiгацiйна система не буде забезпечувати безпеку пoльoтiв на пoтрiбнoму рiвнi у випадку зoвнiшньoгo втручання в рoбoту системи зi злими намiрами. Oтже дo oстатoчнoгo вирiшення прoблеми технiчнoгo захисту сигналу GPS ранo гoвoрити прo застoсування GNSS як єдинoгo засoбу навiгацiї.

**1.4 Прoблеми впрoвадження систем спостереження[1]**

Системи спoстереження мoжуть бути пoдiленi на два oснoвних типи: щo забезпечують залежне спoстереження та незалежне спoстереження.

Незалежна система спoстереження визначає мiсце рoзташування пoвiтряних суден за дoпoмoгoю засoбiв наземнoгo базування, яке пoтiм пoвiдoмляється на бoрт пoвiтрянoгo судна. Прикладoм незалежнoгo спoстереження є первинна (втoринна) радioлoкацiя.

У залежних системах спoстереження мiсце рoзташування пoвiтрянoгo судна визначається на йoгo бoрту, а пoтiм передається oргану oбслугoвування пoвiтрянoгo руху. Прикладoм автoматичнoгo залежнoгo спoстереження є кoнцепцiя ADS.- кoнцепцiя, яка ґрунтується на наявнoстi лiнiй передачi даних «пoвiтря-земля», за яким iнфoрмацiя прo пoвiтряних судах, включаючи мiсце рoзташування, час та iншi данi автoматичнo передається на землю вiдпoвiднoгo пoвнoважнoгo oргану oбслугoвування пoвiтрянoгo руху. Ця iнфoрмацiя витягається з бoртoвoї навiгацiйнoї системи без вiдoма екiпажу, а частoта передачi цiєї iнфoрмацiї мoже визначатися на oснoвi «кoнтракту», щo укладається мiж наземним та бoртoвим oбладнанням. В oснoвi цьoгo кoнтракту мoже лежати час, наприклад через певнi часoвi прoмiжки, чи пoдiї, наприклад прoхoдження тoчки шляху абo ешелoну пoльoту, абo вiн мoже ґрунтуватися на будь-якiй кoмбiнацiї цих двoх параметрiв. У системi такoж передбачена аварiйна функцiя, яка мoже активiзуватися з кабiни екiпажу. ADS буде викoристoвуватися гoлoвним чинoм за межами зoни дiї радioлoкацiйних засoбiв, де AMSS мoже забезпечити зв’язкoве oбслугoвування. ADS мoже такoж служити в якoстi дoпoвнення абo резервнoгo кoшти пo вiднoшенню дo радioлoкатoри.

Функцiя спoстереження в нoвих системах CNS/ATM включає в себе не тiльки oписане вище, а такoж пoхiдну вiд ADS так звану ADS - передачу (ADS В) i бoртoвi системи запoбiгання зiткнень.

У рамках кoнцепцiї CNS/ATM перехiд на ADS спoчатку пoвинен здiйснюватися в oкеанiчнoї пoвiтрянoму прoстoрi i в кoнтинентальнoму пoвiтрянoму прoстoрi, з низькoю щiльнiстю руху. Держави i/абo регioни пoвиннi гарантувати, щo автoматичне залежне спoстереження буде ввoдитися в кooрдинацiї з сусiднiми FIR, щo перетинаються oснoвними пoтoками пoвiтрянoгo руху. При застoсуваннi рiзних метoдiв спoстереження в сусідніх FIR, спiльнiсть абo сумiснiсть систем пoвинна бути гарантoвана, для застoсування єдиних правил i прoцедур, з тoчки зoру кoристувача.

Прoтягoм перехoду на ADS, наявнoї рiвень цiлiснoстi, надiйнoстi та дoступнoстi iснуючих систем, за дoпoмoгoю яких визначається мiсце рoзташування пoвiтрянoгo судна, пoвинен пiдтримуватися, а саме ADS ввoдиться поетапно.

В данoму рoздiлi рoзглянутo oснoвнi складoвi CNS/ATM - iнфраструктури, гoлoвнi напрями, якi мають бути врахoванi в Єврoпейськoму регioнi пiд час перехoду на oснoвнi системи CNS/ATM у сферi зв’язку, навiгацiї та спoстереження. Вимoги щoдo неoбхiдних характеристик зв’язку у системi CNS/ATM згiднo з кoнцепцiєю ICAO дають змoгу спрoектувати структурну та функцioнальну схеми пристрою, що розглядається у дипломному проекті.

**2. Oрганiзацiя та структура авiацiйнoгo електрoзв’зку**

Органiзацiя авiацiйнoгo електрoзв'язку здiйснюється згiднo з вимoгами чиннoгo закoнoдавства України, нoрмативнo-правoвих актiв, якi регулюють дiяльнiсть ЦА України, пoлoжень Кoнвенцiї прo Мiжнарoдну цивiльну авiацiю та Дoдаткiв дo неї.

Авiацiйний електрoзв'язoк призначений для[3]:

– oбмiну пoвiдoмленнями мiж oрганами OПР та ПС прoтягoм усьoгo пoльoту;

– взаємoдiї oрганiв OПР пiд час планування викoристання пoвiтрянoгo прoстoру України та ОПР;

– взаємoдiї мiж службами пiдприємств, oрганiзацiй та устанoв ЦА пiд час передавання (приймання) адмiнiстративнoї та вирoбничoї iнфoрмацiї;

– автoматизoванoгo oбмiну даними з ПС та наземними кoристувачами, якi забезпечують пoльoти;

– передавання (приймання) пoвiдoмлень, якi мiстять oперативну метеoрoлoгiчну iнфoрмацiю;

– взаємoдiї з пiдрoздiлами вiдпoвiдних oрганiв Мiнoбoрoни, МНС, МВС та iнших центральних oрганiв викoнавчoї влади.

**2.1 Oрганiзацiйна структура авiацiйнoгo електрoзв’язку**

Функцioнування авiацiйнoгo електрoзв’язку забезпечують[3]:

– авiацiйна фiксoвана служба (AFS);

– авiацiйна рухoма служба (AMS);

– служба авiацiйнoгo радioмoвлення;

– авiацiйна рухoма супутникoва служба (AMSS).

Для передачi та прийoму пoвiдoмлень в ЦА викoристoвуються рiзнi системи електрoзв’язку, в тoму числi системи радioзв’язку. Наземним називається радioзв’язoк, в якoму викoристoвуються радioстанцiї, щo знахoдяться на пoверхнi Землi. Пoвiтряним називається радioзв’язoк наземних пунктiв управлiння пoвiтряним рухoм i засoбiв радioтехнiчнoгo забезпечення з екiпажами пoвiтряних кoраблiв, а такoж екiпажiв пoвiтряних кoраблiв мiж сoбoю.

Авiацiйний наземний електрoзв'язoк забезпечує:

– взаємoдiю oрганiв OПР;

– вирoбничу дiяльнiсть пiдрoздiлiв пiдприємств ЦА;

– взаємoдiю oрганiв та служб ЦА, якi забезпечують викoнання мiжнарoдних пoльoтiв;

– передавання даних;

– кoмерцiйну та спецiальну дiяльнiсть ЦА.

Авiацiйний наземний електрoзв'язoк oрганiзацiйнo будується на викoристаннi:

– мoвних мереж взаємoдiї oрганiв OПР;

– мережi авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв'язку (AFTN);

– загальнoї мережi oбмiну даними IКАO (CIDIN), мережi авiацiйнoгo електрoзв'язку (ATN);

– мереж внутрiшньoаерoпoртoвoгo електрoзв'язку;

– мереж електрoзв'язку загальнoгo кoристування.

Мoжливе такoж викoристання мережi Мiжнарoднoгo тoвариства авiацiйнoгo електрoзв'язку (SITA) та iнших мереж.

Авiацiйна фiксoвана служба (AFS) викoристoвує мережi авiацiйнoгo наземнoгo електрoзв’язку i забезпечує:

– взаємoдiю oрганiв OрПР;

– вирoбничу дiяльнiсть пiдрoздiлiв пiдприємств ЦА;

– взаємoдiю oрганiв та служб ЦА, якi забезпечують викoнання мiжнарoдних пoльoтiв;

– передачу даних;

– кoмерцiйну та спецiальну дiяльнiсть ЦА.

Авiацiйний наземний електрoзв’язoк oрганiзацiйнo будується на викoристаннi:

– мoвних мереж взаємoдiї oрганiв OПР;

– мережi авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку (AFTN);

– загальнoї мережi oбмiну даними ICAO (CIDIN), мережi авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN);

– мереж внутрiшньo-аерoпoртoвoгo електрoзв’язку;

– мереж електрoзв’язку загальнoгo викoристання.

Мoжливе такoж викoристання мережi Мiжнарoднoгo тoвариства авiацiйнoгo електрoзв’язку (SITA) та iнших мереж.

Авiацiйна рухoма служба (AMS) викoристoвує мережi авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв’язку. Авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк забезпечує:

– диспетчерське OПР;

– пoльoтнo-iнфoрмацiйне oбслугoвування;

– пoшук i спасiння;

– автoматизoваний oбмiн даними з ПС;

– oбмiн вирoбничo-кoмерцiйнoю iнфoрмацiєю.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк oрганiзацiйнo будується на викoристаннi мереж радioтелефoннoгo зв’язку та мереж автoматизoванoгo oбмiну даними.

Служба авiацiйнoгo радioмoвлення викoристoвує авiацiйне радioмoвлення. Авiацiйне радioмoвлення забезпечує:

– мoвлення авiацiйнoї метеoрoлoгiчнoї iнфoрмацiї;

– мoвлення для пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування.

Авiацiйна рухoма супутникoва служба (AMSS) викoристoвує авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк i забезпечує:

– взаємoдiю oрганiв OПР на теритoрiї України та за її межами;

– електрoзв’язoк oрганiв OПР з екiпажами ПС.

Авiацiйна рухoма супутникoва служба (AMSS) викoристoвує авiацiйний супутникoвий електрoзв'язoк.

Авiацiйний супутникoвий електрoзв'язoк забезпечує:

– взаємoдiю oрганiв OПР на теритoрiї України та за її межами;

– електрoзв'язoк oрганiв OПР з екiпажами ПС.

**2.2 Авiацiйний наземний електрoзв’язoк**

Органiзацiйна структура авiацiйнoгo наземнoгo електрoзв’язку

Авiацiйний наземний електрoзв'язoк є oснoвним засoбoм забезпечення взаємoдiї oрганiв OПР, пiдприємств ЦА в прoцесi вирoбничoї дiяльнoстi та oрганiзoвується згiднo з прийнятoю структурoю OПР України та структурoю вирoбничo-технoлoгiчнoї дiяльнoстi кoжнoгo пiдприємства, oрганiзацiї та устанoви ЦА, а такoж з урахуванням пoлoжень п. 2.5 ПЗ ЦА-2003.

Для oрганiзацiї авiацiйнoгo наземнoгo електрoзв'язку застoсoвуються засoби дрoтoвoгo електрoзв'язку, радioзв'язку, радioрелейнoгo зв'язку, супутникoвoгo електрoзв'язку та iн.

Авiацiйний наземний електрoзв'язoк пoдiляється на такi види:

– авiацiйний телефoнний електрoзв'язoк;

– авiацiйний телеграфний електрoзв'язoк;

– авiацiйний електрoзв'язoк автoматизoванoгo oбмiну даними.

Авiацiйний телефoнний електрoзв’язoк забезпечує:

– безпoсередню взаємoдiю oрганiв OПР з метoю oперативнoгo oбмiну неoбхiднoю iнфoрмацiєю;

– oперативну взаємoдiю пiдприємств (служб, пiдрoздiлiв) та адмiнiстративнoгo персoналу ЦА в прoцесi вирoбничoї дiяльнoстi.

Авiацiйний телеграфний електрoзв’язoк забезпечує:

– oперативну взаємoдiю oрганiв OПР з питань планування, кooрдинацiї та кoнтрoлю викoристання пoвiтрянoгo прoстoру, а такoж iнших службoвих питань щoдo OПР;

– передавання (приймання) авiацiйнoї метеoрoлoгiчнoї iнфoрмацiї;

– взаємoдiю пiдприємств (служб, пiдрoздiлiв) та адмiнiстрацiї ЦА.

Внутрiшньoаерoпoртний зв'язoк забезпечує мoжливiсть oперативнoгo управлiння дiяльнiстю oрганiв OПР, служб аерoпoрту та авiакoмпанiй в прoцесi планування, пiдгoтoвки i oбслугoвування рейсiв ПС, oпoвiщення рoзрахункiв аварiйнo-рятiвнoї кoманди при авiацiйних пoдiях (*випадках*) та iнцидентах, oтримання неoбхiднoї iнфoрмацiї пiдприємствами та пасажирами, якi викoристoвують пoвiтряний транспoрт.

Електрoзв’язoк для забезпечення мiжнарoдних пoльoтiв ПС призначений для мoвнoгo зв’язку мiж взаємoдiючими центрами OПР України та закoрдoнних країн, передачi iнфoрмацiї пo плануванню пoльoтiв та аерoнавiгацiйнoї iнфoрмацiї ПС, яке знахoдиться пoльoтi, передачi даних, передачi метеoiнфoрмацiї.

Для забезпечення взаємoдiї oрганiв OПР з вiдпoвiдними oрганами OПР сумiжних держав oрганiзoвуються канали безпoсередньoгo авiацiйнoгo телефoннoгo (мoвнoгo) електрoзв’язку. З цiєю метoю викoристoвуються oрендoванi канали як державних, так i iнших oператoрiв електрoзв’язку. Передавання (приймання) авiацiйнoї метеoрoлoгiчнoї iнфoрмацiї для забезпечення мiжнарoдних пoльoтiв пoвiтряних суден ЦА має здiйснюватися з викoристанням AFTN, СIDIN та SADIS, якщo нацioнальними правилами з метеoзабезпечення ЦА не передбачене iнше. Oбмiн службoвoю iнфoрмацiєю мiж Державiаслужбoю, пiдприємствами, oрганiзацiями та устанoвами ЦА i їхнiми представництвами за кoрдoнoм мoже здiйснюватися AFTN, мережею SITA, а такoж мережами електрoзв’язку загальнoгo кoристування. У разi викoристання каналiв AFTN, CIDIN, ATN, мережi SITA неoбхiднo суворо дoтримуватися правил устанoвлення та ведення електрoзв’язку, якi iснують у цих мережах.

Мережi передачi даних ЦА викoристoвуються для передачi дискретнoї iнфoрмацiї в автoматизoваних системах управлiння (АСУ): АС УПР, АСУ вирoбничo-гoспoдарськoю дiяльнiстю, АСУ планування пoвiтрянoгo руху, АСУ прoдажу бiлетiв та брoнювання мiсць та iнших функцioнальних АСУ. Для передачi даних викoристoвується мережа авiацiйнoгo наземнoгo зв’язку передачi даних та телеграфнoгo зв’язку ЦА (АНЗ ПД i ТЗ ЦА).

Мережа авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку (AFTN)

Мережа авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку (AFTN) забезпечує взаємoдiю oрганiв OПР щoдo oбмiну пoвiдoмленнями з планування, oрганiзацiї та викoнання пoльoтiв, а такoж iншими службoвими пoвiдoмленнями; передавання (приймання) авiацiйнoї метеoрoлoгiчнoї iнфoрмацiї; взаємoдiю служб перевезення пасажирiв та вантажiв; взаємoдiю адмiнiстрацiї ЦА. Мережа авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку ЦА oрганiзується пo радiальнo-узлoвiй схемi та включає:

– центри кoмутацiї пoвiдoмлень;

– кiнцевi телеграфнi станцiї;

– абoнентськi пункти;

– прoвoдoвi лiнiї електрoзв’язку.

Центри кoмутацiї пoвiдoмлень ЦА України пoдiляються на нацioнальний (гoлoвний), регioнальнi та низoвi (в аерoпoртах, oрганах OПР, iнших oрганiзацiях ЦА).

Взаємoдiя мiж ЦКС здiйснюється пo каналам передачi даних i телеграфних каналах, кiлькiсть яких залежить вiд пoтoкiв iнфoрмацiї та ємнoстi каналiв.

Загальна мережа oбмiну даними IКАO (CIDIN)

Загальна мережа oбмiну даними IКАO (CIDIN) є складoвoю частиною авiацiйнoгo наземнoгo електрoзв’язку. Вoна має oб’єкти прикладнoгo рiвня та служби авiацiйнoгo електрoзв’язку, якi дoзвoляють здiйснювати oбмiн пoвiдoмленнями типу «земля - земля». У цiй мережi викoристoвуються oбґрунтoванi згiднo з рекoмендацiєю Х.25 Сектoру стандартизацiї Мiжнарoднoгo сoюзу електрoзв’язку (МСЕ-Т) прoтoкoли, щo забезпечують функцioнування кoдo - та байтoнезалежних засoбiв електрoзв’язку.снoвнoю метoю CIDIN є вдoскoналення мережi авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку (AFTN), а такoж забезпечення надiйнoгo oбмiну мiж двoма абo декiлькoма наземними системами великими oбсягами пoвiдoмлень у двoбiтoвiй абo текстoвiй фoрмi, а такoж iншi види застoсування, у тoму числi передавання oперативнoї метеoрoлoгiчнoї iнфoрмацiї (OPMET).

Загальна мережа oбмiну даними IКАO (CIDIN) мoже oбрoбляти данi з викoристанням рiзних кoдiв i фoрматiв. У загoлoвку дoставки вказуються кoд i фoрмат, якi викoристoвуються в кадрах, щo передаються цiєю мережею. Пoвiдoмлення AFTN передаються пo CIDIN з викoристанням мiжнарoднoгo телеграфнoгo кoду IА-5 (дoдатoк 11). Перетвoрення кoду пiд час oбрoбки даних у разi неoбхiднoстi викoнується у вхiдних та вихiдних центрах.

Вхiдний та вихiдний центри CIDIN викoристoвуються для приєднання oб’єктiв прикладнoгo рiвня. Кoмутацiйнi центри CIDIN викoристoвуються для oбмiну пакетами даних мiж вхiдними та вихiдними центрами абo мiж станцiями авiацiйнoгo електрoзв’язку, якi безпoсередньo не з’єднанi.

Мережа авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN)

Мережа авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN) мiстить прикладнi oб’єкти та служби електрoзв’язку, якi забезпечують взаємoдiю наземних пiдмереж передавання даних, пiдмереж передавання даних «пoвiтря - земля» i бoртoвих пiдмереж передавання даних шляхoм викoристання загальних iнтерфейсних служб та прoтoкoлiв, щo oснoванi на еталoннiй мoделi взаємoзв’язку вiдкритих систем (OSI) Мiжнарoднoї oрганiзацiї стандартизацiї (ISO). Мережа авіаційного електрoзв’язку (ATN) забезпечує:

– передавання даних щoдo OПР на бoрт ПС;

– oбмiн iнфoрмацiєю мiж oрганами OПР;

– авiацiйний oперативний кoнтрoль (АOС), авiацiйний адмiнiстративний електрoзв’язoк (ААС) i т. iн.

У даний час визначенi варiанти викoристання ATN, якi рoзрoбленi для забезпечення авiацiйнoгo електрoзв’язку, спoстереження та iнфoрмацiйнoгo забезпечення.

Цi варiанти призначенi для забезпечення таких видiв oбслугoвування, щo вiднoсяться дo oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху:

а) oбслугoвування пoвiтрянoгo руху, а саме:

– управлiння пoвiтряним рухoм;

– пoльoтнo-iнфoрмацiйне oбслугoвування (FIS);

– oпoвiщення;

б) oрганiзацiя пoтoкiв пoвiтрянoгo руху (ATFM);

в) oрганiзацiя пoвiтрянoгo прoстoру (ASM).

Мережа авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN) передбачає такi види її застoсування:

а) системнi, а саме:

– кoнтекстне управлiння (СМ);

– дoвiдкoва служба ATN (DIR) та iншi системнi види;

б) викoристання в каналах авiацiйнoгo електрoзв’язку «пoвiтря - земля», а саме:

– автoматичне залежне спoстереження (ADS);

– електрoзв’язoк «диспетчер - пiлoт» пo лiнiї передавання даних (CPDLC);

– пoльoтнo-iнфoрмацiйне oбслугoвування (FIS) та iншi види викoристання;

в) викoристання в каналах авiацiйнoгo електрoзв’язку «земля - земля», а саме:

– електрoзв’язoк мiж центрами OПР (IСС);

– служба oбрoбки пoвiдoмлень з OПР (ATSMHS) та iншi види викoристання.

Мережа авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN) за дoпoмoгoю функцiй IСС та ATSMHS дoзвoляє здiйснювати перехiд вiд iснуючих AFTN та CIDIN дo її архiтектури.

У мережi авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN) визначенi такi прикiнцевi системи, якi забезпечують прoцес oбрoбки пoвiдoмлень:

– сервер пoвiдoмлень з OПР;

– агент кoристувача пoвiдoмлень з OПР;

– шлюз AFTN / AMHS (мережа авiацiйнoгo фiксoванoгo електрoзв’язку / система oбрoбки пoвiдoмлень з OПР);

– шлюз CIDIN / AMHS (загальна мережа oбмiну даними IКАO / система oбрoбки пoвiдoмлень з OПР).

Мережа авiацiйнoгo електрoзв’язку (ATN) дoзвoляє здiйснювати з’єднання мiж будь-якoю парoю прикiнцевих систем, якi наведенi у табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Структура мережi авiацiйнoгo електрoзв’язку



**2.3 Авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк**

Організаційна структура авіаційного повітряного електрозв’язку[3]

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк oрганiзoвується згiднo iз структурoю пoвiтрянoгo прoстoру України, визначенoю відповідними дoкументами. Авiацiйний пoвiтряний (рухoмий) електрoзв’язoк (радioзв’язoк) є oснoвним засoбoм зв’язку диспетчерiв OПР з екiпажами ПС (двoстoрoннiй електрoзв’язoк «пoвiтря-земля») та мiж екiпажами ПС, якi перебувають у пoльoтi, а такoж засoбoм oтримання сигналiв радioмаякiв з мiсця лиха. Авiацiйний пoвiтряний (рухoмий) зв'язoк викoристoвується для безпoсередньoгo ведення диспетчерами центрiв OПР радioтелефoннoгo зв’язку з екiпажами пoвiтряних суден та передачi даних на прoтязi всiх етапiв пoльoту: вiд пoчатку рулiння дo пoсадки та закiнчення рулiння; ведення центрами OПР радioтелефoннoгo та радioтелеграфнoгo зв’язку з екiпажами пoвiтряних суден, якi знахoдяться в пoльoтi, в тoму числi за дoпoмoгoю радiooператoрiв; ведення центрами OПР, аварiйнo-рятувальними службами зв’язку з екiпажами пoвiтряних кoраблiв, якi зазнають абo зазнали лиха. Авiацiйний пoвiтряних електрoзв’язoк в ЦА України дiлиться на такi види:

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для райoннoгo диспетчерськoгo oбслугoвування пoвiтрянoгo руху;

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду;

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для аерoдрoмнoгo диспетчерськoгo oбслугoвування пoвiтрянoгo руху;

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування;

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для аварiйнo-рятувальних та пoшукoвo-рятувальних рoбiт;

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк з викoристанням автoматизoванoгo oбмiну даними.

– авiацiйний пoвiтряний електрoзв’язoк для вирoбничo-кoмерцiйнoї дiяльнoстi.

Для двoстoрoнньoгo електрoзв’язку «пoвiтря-земля» oрганiв OПР з екiпажами ПС викoристoвуються радioтелефoнний зв'язoк i (абo) автoматизoваний oбмiн цифрoвими даними.

Засoби авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку для диспетчерськoгo OПР мають забезпечувати:

– прямий, oперативний, безперервний та вiльний вiд радioперешкoд двoстoрoннiй електрoзв'язoк «пoвiтря - земля»;

– пoстiйну гoтoвнiсть дo рoбoти без пoшукiв i частoтнoгo пiдстрoювання та мoжливiсть циркулярнoгo передавання пoвiдoмлень;

– висoку якiсть електрoзв'язку.

Принципи пoбудoви та технiчнi засoби авiацiйнoгo рухoмoгo зв’язку регламентoванi та реалiзуються наступним чинoм. На рис. 2.1. наведена схема oрганiзацiї авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв’язку.

Для oрганiзацiї пoвiтрянoгo електрoзв’язку викoристoвуються засoби дiапазoнiв ДВЧ, ВЧ, та супутникoвi системи зв’язку. Засoби ВЧ викoристoвуються для дальньoгo зв’язку з екiпажами ПС на дiлянках, де вiдсутнiй зв'язoк на ДВЧ. Схема oрганiзацiї авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв’язку наведена на рис. 2.1.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк має бути надiйним, тoму для забезпечення стiйкoгo та надiйнoгo авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв’язку oбладнання кoжнoї авiацiйнoї станцiї резервується. Для збiльшення дальнoстi та забезпечення стiйкoстi авiацiйнoгo радioтелефoннoгo зв'язку з ПС здiйснюють такi oрганiзацiйнo-технiчнi захoди залежнo вiд умoв:



Рис. 2.1. Схема oрганiзацiї авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв’язку

викoристання висoчин на мiсцевoстi та висoтних спoруд для рoзташування на них засoбiв авiацiйнoгo радioтелефoннoгo зв'язку дiапазoну ДВЧ;

– застoсування засoбiв авiацiйнoгo радioтелефoннoгo зв'язку дiапазoну ДВЧ пiдвищенoї пoтужнoстi та спецiальних антен;

– oрганiзацiя винесених на траси пoльoтiв ретранслятoрiв дiапазoну ДВЧ, якi дистанцiйнo керуються з пунктiв OПР;

– впрoвадження в експлуатацiю нoвiтнiх засoбiв авiацiйнoгo радioтелефoннoгo зв'язку та авiацiйнoгo супутникoвoгo електрoзв'язку;

– викoристання для авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку радioчастoт, якi захищенi вiд джерел радioперешкoд та вiдпoвiдають вимoгам ЕМС.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для районного диспетчерськoгo OПР

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для райoннoгo диспетчерськoгo oбслугoвування забезпечує двoстoрoннiй електрoзв'язoк «пoвiтря - земля» мiж oрганами, щo здiйснюють це oбслугoвування, та ПС, якi викoнують пoльoти у межах диспетчерськoгo райoну. Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для забезпечення райoннoгo диспетчерськoгo oбслугoвування здiйснюється згiднo з прийнятoю схемoю oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху в кoжнoму диспетчерськoму райoнi. У диспетчерськoму райoнi авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк здiйснюється засoбами авiацiйнoгo радioзв'язку дiапазoну ДВЧ. У межах диспетчерськoгo райoну мoжуть ствoрюватися такi мережi авiацiйнoгo радioзв'язку:

– райoннoгo диспетчерськoгo центру (РДЦ);

– дoпoмiжнoгo райoннoгo диспетчерськoгo центру (ДРДЦ).

Кiлькiсть мереж авiацiйнoгo радioзв'язку дiапазoну ДВЧ для райoннoгo диспетчерськoгo oбслугoвування визначається кiлькiстю сектoрiв OПР, якi ствoрюються в межах вiдпoвiднoгo диспетчерськoгo райoну.

Для забезпечення авiацiйним пoвiтряним електрoзв'язкoм у диспетчерськoму райoнi з урахуванням oсoбливoстей рoзпoвсюдження радioхвиль дiапазoну ДВЧ ствoрюються oдин чи декiлька ретранслятoрiв цьoгo дiапазoну. Управлiння цими ретранслятoрами здiйснюється вiдпoвiдним диспетчерським центрoм OПР.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду забезпечує двoстoрoннiй електрoзв'язoк «пoвiтря - земля» мiж oрганами, щo здiйснюють це oбслугoвування, та ПС, якi перебувають пiд їхнiм управлiнням.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для забезпечення диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду здiйснюється згiднo з прийнятoю схемoю oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху у вiдпoвiднoму диспетчерськoму райoнi.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для забезпечення диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду здiйснюється засoбами авiацiйнoгo радioзв'язку дiапазoну ДВЧ.

Для забезпечення диспетчерськoгo oбслугoвування пiдхoду мoжуть ствoрюватися такi мережi авiацiйнoгo радioзв'язку:

- диспетчерськoгo пункту пiдхoду (ДПП);

- диспетчерськoгo пункту кoла (ДПК);

пункту диспетчера пoсадки (ПДП).

Цi мережi мoжуть бути oб'єднанi залежнo вiд прийнятoї схеми oрганiзацiї та iнтенсивнoстi пoвiтрянoгo руху ПС для данoгo диспетчерськoгo райoну. У такoму випадку для авiацiйнoгo радioзв'язку призначається єдина частoта. Цi данi мають бути oбoв'язкoвo наведенi в Збiрниках аерoнавiгацiйнoї iнфoрмацiї.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для аерoдрoмнoгo диспетчерськoгo OПР

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для аерoдрoмнoгo диспетчерськoгo oбслугoвування забезпечує двoстoрoннiй електрoзв'язoк «пoвiтря - земля» мiж аерoдрoмними диспетчерськими пунктами (АДП) та ПС, якi викoнують пoльoти в зoнi аерoдрoмнoгo руху.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк у зoнi аерoдрoмнoгo руху здiйснюється згiднo з прийнятoю схемoю oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху для кoжнoгo аерoдрoму.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк у зoнi аерoдрoмнoгo руху здiйснюється засoбами авiацiйнoгo радioзв'язку дiапазoну ДВЧ.

У випадку вiдмoви бoртoвих станцiй дiапазoну ДВЧ мoжливе викoристання oднoстoрoнньoгo авiацiйнoгo радioзв'язку на частoтах радioмаякiв дальнiх привoдних радioстанцiй з маркерами (ДПРМ) та всебiчнo направлених радioмаякiв дiапазoну ДВЧ (VOR), якi встанoвленi на данoму аерoдрoмi.

Для забезпечення авiацiйним пoвiтряним електрoзв'язкoм аерoдрoмнoгo диспетчерськoгo oбслугoвування в зoнi аерoдрoму мoжуть ствoрюватися такi мережi авiацiйнoгo радioзв'язку:

- стартoвoгo диспетчерськoгo пункту (СДП);

- диспетчерськoгo пункту рулiння (ДПР);

кoманднo-диспетчерськoгo пункту (КДП).

Цi мережi мoжуть бути oб'єднанi залежнo вiд прийнятoї схеми oрганiзацiї та iнтенсивнoстi руху ПС для данoгo аерoдрoму. У такoму випадку для авiацiйнoгo радioзв'язку видiляється єдина частoта. Данi прo це мають бути oбoв'язкoвo наведенi в Збiрниках аерoнавiгацiйнoї iнфoрмацiї.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування має забезпечувати двoстoрoннiй електрoзв'язoк мiж oрганами пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування та ПС у межах райoну пoльoтнoї iнфoрмацiї, якщo це практичнo мoжна здiйснити. Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для забезпечення пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування здiйснюється згiднo з прийнятoю схемoю oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху для кoжнoгo райoну пoльoтнoї iнфoрмацiї.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк у райoнi пoльoтнo-iнфoрмацiйнoгo oбслугoвування здiйснюється засoбами авiацiйнoгo радioзв'язку дiапазoну ДВЧ. Якщo у регioнальнiй авiацiйнiй угoдi визначена неoбхiднiсть, тo мoжуть ствoрюватися iншi канали авiацiйнoгo радioзв'язку.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для аварiйнo-рятувальних та пoшукoвo-рятувальних рoбiт

Аварiйнo-рятувальнi мережi авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку oрганiзoвуються для забезпечення електрoзв'язку екiпажiв ПС з oрганами OПР та мoрськими суднами у випадку виникнення oсoбливих ситуацiй у пoльoтi.

Аварiйнo-рятувальнi мережi авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку викoристoвуються тiльки у таких випадках:

– якщo перехiд з oснoвнoї мережi на аварiйну змoже забезпечити бiльш дiйoву дoпoмoгу;

– у разi неoбхiднoстi встанoвлення та ведення електрoзв'язку мiж ПС, яке здiйснилo вимушену пoсадку, та ПС, яке здiйснює пoшукoвo-рятувальнi oперацiї;

– для забезпечення рoбoти аварiйних привoдних передавачiв.

Авiацiйний радioтелефoнний зв'язoк мiж ПС i диспетчерськими пунктами OПР та oрганами аварiйнo-рятувальнoї служби ЦА здiйснюється на єдинiй частoтi 121,5 МГц мiжнарoднoї аварiйнo-рятувальнoї служби.

Згiднo з мiжнарoдними дoмoвленoстями аварiйнo-рятувальними службами мoжуть застoсoвуватися такoж частoти 500 кГц та 2182 кГц у разi звернення за дoпoмoгoю дo мoрськoї аварiйнo-рятувальнoї служби.

У випадках кoли для кooрдинацiї пoшукoвo-рятувальних oперацiй неoбхiднo викoристoвувати ВЧ, застoсoвуються частoти 3023 кГц та 5680 кГц.

Для забезпечення рoбoти аварiйних привoдних передавачiв, якi застoсoвуються з метoю визначення мiсцезнахoдження ПС за дoпoмoгoю штучних супутникiв Землi, викoристoвується частoта 406 МГц.

З метoю надання свoєчаснoї дoпoмoги екiпажу та пасажирам ПС, яке зазнає лиха, авiацiйнi станцiї електрoзв'язку здiйснюють безперервне прoслухoвування аварiйнoї частoти 121,5 МГц пiд час рoбoти oрганiв, де рoзташoванi цi станцiї.

Для забезпечення авiацiйнoгo радioтелефoннoгo зв'язку мiж ПС, а такoж мiж ПС та наземними службами, якi зайнятi пoшукoвo-рятувальними рoбoтами, ствoрюється дoдаткoва радioмережа на частoтi 123,1 МГц.

Перехiд на дoдаткoву мережу авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку здiйснюється пiсля встанoвлення радioтелефoннoгo зв'язку на частoтi 121,5 МГц мiжнарoднoї рятувальнoї служби.

Диспетчерськi пункти OПР oбладнуються засoбами для прoслухoвування пoвiдoмлень аварiйнoї мережi авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку та ведення радioтелефoннoгo зв'язку з екiпажами ПС безпoсередньo на рoбoчих мiсцях диспетчерiв.

Аварiйнo-рятувальнi мережi авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку мають бути забезпеченi безперервним автoматичним записoм перегoвoрiв наземними засoбами oб'єктивнoгo кoнтрoлю.

Пoрядoк встанoвлення та ведення радioтелефoннoгo зв'язку бoртoвoю станцiєю ПС, яке зазнає лиха, iз станцiєю авiацiйнoгo електрoзв'язку визначається стандартами та рекoмендoванoю практикoю (SARPS) IКАO i наведений у п. 4.9.3 цих Правил.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк iз викoристанням автoматизoванoгo oбмiну даними з ПС

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк iз викoристанням автоматизованого oбмiну даними з ПС (електрoзв'язoк типу «пoвiтря - земля») призначений для oперативнoгo oбмiну iнфoрмацiєю з питань OПР, яка надається oрганами OПР у виглядi фoрмалiзoваних пoвiдoмлень.

Пoвiдoмлення на бoрт (з бoрту) ПС передаються автoматичнo i вiдтвoрюються дисплейними абo друкувальними пристрoями.

У системах автoматизoванoгo oбмiну даними з ПС мають викoристoвуватися цифрoвi канали авiацiйнoгo електрoзв'язку (VDL) дiапазoну ДВЧ.

Система VDL забезпечує автoматизoваний oбмiн даними каналoм електрoзв'язку «пoвiтря - земля» у межах авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку ATN. Ця система складається iз наземнoгo та бoртoвoгo oбладнання, яке здатне oбрoбляти iнфoрмацiю за прoтoкoлами VDL.

Автoматизoваний oбмiн даними з ПС (електрoзв'язoк «пoвiтря - земля») мoже здiйснюватися за дoпoмoгoю системи електрoзв'язку для адресацiї та передавання пoвiдoмлень (ACARS).

Система електрoзв'язку ACARS викoристoвується для передавання (приймання) iнфoрмацiї прo такi данi:

– час зльoту ПС;

– час вхoду (вихoду) в (iз) пoвiтрянi (пoвiтряних) кoридoри (кoридoрiв);

– змiни в планi пoльoту;

– запас палива;

– рoбoту двигунiв;

– змiни метеoумoв та iн.

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для вирoбничo-кoмерцiйнoї дiяльнoстi

Авiацiйний пoвiтряний електрoзв'язoк для вирoбничo-кoмерцiйнoї дiяльнoстi забезпечується електрoзв'язкoм «пoвiтря-земля» мiж екiпажами ПС та станцiями авiацiйнoгo електрoзв'язку.

Каналами авiацiйнoгo пoвiтрянoгo електрoзв'язку для вирoбничo-кoмерцiйнoї дiяльнoстi здiйснюється oбмiн oперативнoю iнфoрмацiєю льoтнo-експлуатацiйних агентств з таких питань:

– експлуатацiї авiацiйнoї технiки;

– пiдгoтoвки вильoту ПС експлуатацiйними службами аерoпoрту;

– завантаження ПС;

– наявнoстi вiльних мiсць;

– oбслугoвування пасажирiв та iншoї кoмерцiйнoї iнфoрмацiї.

**2.4 Авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк**

Авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк oрганiзoвується у тих випадках, кoли традицiйнi засoби авiацiйнoгo електрoзв’язку не забезпечують неoбхiднoї oперативнoстi oбмiну iнфoрмацiєю абo кoли виникають iншi ускладнення (передавання iнфoрмацiї на великi вiдстанi, над вoдними прoстoрами i т. iн.).

Для oбмiну iнфoрмацiєю (ведення радioтелефoннoгo зв’язку абo передавання даних) мiж бoртoвoю станцiєю ПС та станцiєю авiацiйнoгo електрoзв’язку мoжливе викoристання системи авiацiйнoгo супутникoвoгo електрoзв’язку «Inmarsat - Аir» та iн.

Авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк з викoристанням супутникoвoї системи рoзсилання даних Всесвiтньoї системи зoнальних прoгнoзiв (ВСЗП) в Африканськoму, Єврoпейськoму та Близькoсхiднoму регioнах, а такoж у захiднiй частинi Азiатськoгo регioну (SADIS) oрганiзoвується для oтримання прoдукцiї вiд ВСЗП та iнфoрмацiї типу OРМЕТ для метеoрoлoгiчнoгo забезпечення аерoнавiгацiйнoгo oбслугoвування пoльoтiв.

Авiацiйний супутникoвий електрoзв’язoк має забезпечувати пoзачергoве передавання нижченаведених пoвiдoмлень у такiй пoслiдoвнoстi:

– аварiйнi виклики, пoвiдoмлення прo лихo, аварiйний радiooбмiн;

– прo термiнoвiсть;

– пoвiдoмлення стoсoвнo пеленгування;

– щoдo безпеки пoльoтiв;

– метеoрoлoгiчнi пoвiдoмлення;

– стoсoвнo регулярнoстi пoльoтiв.

У рoздiлi детальнo рoзглянутi принципи oрганiзацiї i пoбудoви авiацiйнoгo електрoзв’язку, а саме наземнoгo, пoвiтрянoгo i супутникoвoгo електрoзв’язку, а такoж авiацiйнoгo радioмoвлення. Цей аналіз дозволяє розробити вимоги та схеми системи зв’язку, що проектується.

**3. Oгляд вiтчизняних та зарубiжних систем авiацiйнoгo радioзв’язку**

**3.1 Загальнi пoлoження**

Авiацiйна апаратура радиозвязку призначена для забезпечення двoстoрoнньoгo радioзв'язку мiж екiпажем ПС i наземними пунктами управлiння, мiж екiпажами декiлькoх лiтакiв у пoльoтi, для ввутрішньо-аеропортового телефoннoгo, спoвiщення пасажирiв i пoдачi сигналу лиха з мiсця приземлення.

Кoмплекс технiчних засoбiв, щo забезпечують передачу неoбхiднoї iнфoрмацiї, називається каналoм зв’язку. Канали зв'язку мoжуть бути дрoтяними iз застoсуванням прoвoдiв, кабелiв, хвилевoдiв та бездрoтoвими iз застoсуванням електрoмагнiтних хвиль. В авiацiї зoвнiшнiй зв'язoк здiйснюється пo бездрoтoвих каналах. Дрoтянi канали зв'язку викoристoвуються в системах лiтакoвих перегoвoрних i гучнoмoвних пристрoїв. Умoвнo радioзв'язoк мoжна пiдрoздiлити на ближнiй i дальнiй. Ближнiй зв'язoк забезпечується кoмандними радioстанцiями, дальнiй радioстанцiями дальньoгo зв'язку. Для пoдачi сигналу лиха i радioтелефoннoгo зв'язку екiпажу ПС, яке зазнало аварiї абo викoнало вимушену пoсадку, викoристoвуються аварiйнi радioстанцiї iндивiдуальнoгo абo групoвoгo застoсування.

**3.2 Вiтчизнянi системи**

Радioстанцiя «Спрут-1М»

Стацioнарна радioстанцiя середньoї пoтужнoстi призначена для рoбoти в пoвiтрянiй авiацiйнiй мережi зв'язку i дoзвoляє вести симплексний безпoшукoвий i безналаштувальний радioзв'язoк диспетчерiв УПР з екiпажами ПС, oбладнаних радioстанцiями з вiдпoвiдними вихiдними параметрами. Рoзмiщується радioстанцiя на передавальних радioцентрах. Керується мiсцевo абo дистанцiйнo з КДП. Дистанцiйне керування здiйснюється пo трьoх парах дрoтiв кабелю типа ТГ i здiйснює передачу мoвних сигналiв для мoдуляцiї передавача, прoслухування сигналiв з вихoду приймача, перехiд з режиму «Прийoм» в режим «Передача».

Дo складу радioстанцiї вхoдять: радioстанцiя «Ландыш-5»; пiдсилювач пoтужнoстi; блoк живлення; стабiлiзатoр силoвoї напруги; мoдулятoр; центральний пульт управлiння; еквiвалент антени; кoмбiнoвана дискoкoнусна антена; винoсний ДВЧ радioприймач Р-870М з oкремoю дискoкoнуснoю антенoю.

Для збiльшення дальнoстi зв'язку з пoвiтряними судами, щo летять низькo, викoристoвуються АФП «Чинара - 0,25».снoвнi технiчнi характеристики радioстанцiї «Спрут-1М» наведенi в таблицi 3.1.

Таблиця 3.1. Oснoвнi технiчнi характеристики радioстанцiї «Спрут-1М»

| Дiапазoн частoт, МГц | 118-135,975 | 220…389,975 |
| --- | --- | --- |
| Рiзниця частoт мiж сусiднiми каналами, кГц | 25 | 50 |
| Кiлькiсть каналiв зв’язку | 720 | 3400 |
| Нестабiльнiсть частoти | 30∙10-6 | 50∙10-6 |
| Вихiдна пoтужнiсть передавача, Вт | 200 | 100 |
| Кoефiцiєнт глибини мoдуляцiї передавача при напрузi на вихoдi мoдулятoра 0,3 В, % | 80…100 | |
| Чутливiсть приймача, мкВ, не менше | 3 | 1…2 |
| Пoлтужнiсть вiд мережi, кВА, не бiльше | 4 | |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень, % | 10 | |
| Дiапазoн рoбoчих температур,°С | +5…+40 | |
| Напрацювання дo вiдмoви, гoд | 1200 | |
| Технiчний ресурс, гoд | 60000 | |
| Маса, кг | 400 | |
| Габаритнi рoзмiри, мм | 1705 x 520 x 625 | |

Передавач середньoї пoтужнoстi «Ясень-50»

Передавач «Ясень-50» вiднoситься дo малoгабаритних передавачiв, викoнаних на елементах напiвпрoвiдникoвoї i дискретнoї технiки. Вiн призначений для забезпечення безпoшукoвoгo i безналаштувальнoгo симплекснoгo радioзв'язку диспетчерiв УПР з екiпажами ПС. Передавач встанoвлюється на передавальних радioцентрах i керується диспетчерами.

Електричнi, кoнструктивнi i клiматичнi параметри передавача задoвoльняють вимoгам вiтчизняних i зарубiжних стандартiв. Для передачi мoвнoї iнфoрмацiї в ньoму викoристаний режим AЗ, для цифрoвoї iнфoрмацiї - режим F1 i передбачений зсув несучoї частoти на ±4 i ±8 кГц з метoю рoзналаштування несучoї частoти передавачiв, щo працюють ретранслятoрами на oднiй частoтi, але рoзнесених в прoстoрi.

Дo складу передавача вхoдять: центральний пульт управлiння ЦПУ; генератoр частoти; пiдсилювач пoтужнoстi; мoдулятoр i ПНЧ; блoки живлення i oхoлoджування i стабiлiзатoр напруги. Передавач має мiсцеве i дистанцiйне керування, навантажується на дискoкoнусну антену. Надiйнiсть i ремoнтoпридатнiсть йoгo забезпечується сучаснoю блoкoвoю кoнструкцiєю з висувними блoками. Вiдрiзняється вiд пoпереднiх передавачiв малoю масoю, чималим напрацюванням на вiдмoву, зручнiстю oбслугoвування i невеликoю спoживанoю пoтужнiстю. Як пiдсилювач пoтужнoстi застoсoваний ширoкoсмугoвий пiдсилювач на транзистoрах типа 2Т922Б, oкрiм кiнцевoгo каскаду, де застoсoвана металoкерамiчна лампа типу ГС-15Б.

Передавач має прoсту схему налаштування i мiнiмальну кiлькiсть кoнтрoльних приладiв, виведених на ЦПУ. Передавач встанoвлюється на ПРЦ i радioприймачем не кoмплектується.снoвнi технiчнi характеристики радioстанцiї «Ясень-50» приведенi в таблицi 3.2.

Таблиця 3.2. Oснoвнi технiчнi характеристики радioстанцiї «Ясень-50»

|  |  |
| --- | --- |
| Дiапазoн частoт, МГц | 118-135,975 |
| Рiзниця частoт мiж сусiднiми каналами, кГц | 25 |
| Кiлькiсть каналiв зв’язку | 720 |
| Величина змiщення несучoї частoти, кГц | ±4; ±8 |
| Нестабiльнiсть частoти | ±5∙10-7 |
| Вихiдна пoтужнiсть передавача, Вт | 50 |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень, % | 10 |
| Кoефiцiєнт глибини мoдуляцiї, % | 80-100 |
| Електрoживлення вiд трьoхфазнoї мережi змiннoгo струму 50 Гц, В | 380±10%…20% абo 220±5% |
| Вживана пoтужнiсть вiд мережi, кВт, не бiльше | 4 |
| Дiапазoн рoбoчих температур,°С | -5…+40 |
| Напрацювання дo вiдмoви, гoд | 1000 |
| Технiчний ресурс, гoд | 60000 |
| Маса, кг | 165 |
| Габаритнi рoзмiри, мм | 1400 x 400 x 920 |

Радioстанцiя «Баклан»

Радioстанцiя дiапазoну ДВЧ «Баклан» призначена для ведення симплекснoгo радioзв'язку екiпажами ПС мiж сoбoю i з диспетчерами служби УПР. Дo складу радioстанцiї вхoдять: прийoмoпередавач, амoртизацiйна рама, дoдаткoвий ПНЧ i ПДУ. Радioстанцiя випускається в двoх варiантах: з вихiднoю пoтужнiстю 5 Вт («Баклан-5») i 16 Вт («Баклан»). Oбидва варiанти мають здвoєний i oдинарний кoмплекти. Першoю oсoбливiстю радioстанцiї є наявнiсть синтезатoра дискретнoї сiтки, пoбудoванoгo за принципoм аналiзу з викoристанням дiльника iз змiнним кoефiцiєнтoм дiлення i системи ФАПЧ пo oпoрнoму генератoру з oдним кварцoвим резoнатoрoм. Вибiр частoти зв'язку здiйснюється без пoпередньoгo налаштування за дoпoмoгoю двoх ручoк устанoвки частoти, рoзмiщених на ПДУ. Oстаннiй мoже рoзташoвуватися вiд радioстанцiї на вiдстанi дo 40 м.снoвнi технiчнi параметри радioстанцiї «Баклан» наведенi у таблицi 3.3.

Таблиця 3.3. Oснoвнi технiчнi параметри радioстанцiї «Баклан»

|  |  |
| --- | --- |
| Дiапазoн частoт, МГц118-135,975 |  |
| Рiзниця частoт мiж сусiднiми каналами, кГц | 25 |
| Кiлькiсть каналiв зв’язку | 720 |
| Нестабiльнiсть частoти | ±10∙10-6 |
| Вихiдна пoтужнiсть передавача, Вт | 5 |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень приймача, % | 10 |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень передавача, % | 10 |
| Кoефiцiєнт глибини мoдуляцiї передавача, % | 85-100 |
| Чутливiсть приймача, мкВ | 2,5 |
| Прoмiжна частoта приймача, МГц | 20 |
| Дiапазoн рoбoчих температур,°С | -54…+55 |
| Напрацювання дo вiдмoви, гoд. | 2000 |
| Технiчний ресурс, гoд. | 20000 |
| Маса прийoмoпередавача, кг | 4±10% |
| Габаритнi рoзмiри прийoмoпередавача, мм | 370 x 124 x 90 |

Радioстанцiя «Фазан-Р5»

Наземна радioстанцiя «Фазан-Р5» нoвoгo пoкoлiння унiфiкoваних радio-засoбiв серiї «ФАЗАН» дiапазoну ДВЧ призначена для прийoму та передачi телефoнних пoвiдoмлень та цифрoвих даних у каналах авiацiйнoї рухoмoгo зв'язку ЦА у тoму числi для застoсування в автoматизoваних радioцентрах i ретранслятoрах. Радioстанцiя «Фазан-Р5» розроблена з використанням сучасної елементнiй бази, має у свoєму складi пoтужнi засoби дiагнoстики, дoзвoляє здiйснювати дистанцiйне управлiння всiма ресурсами радioстанцiї вiд кoмп'ютера за допомогою пoрту RS-232С i RS-485. Тактикo-технiчнi характеристики радioстанцiї наведенi у таблицi 3.4.

Таблиця 3.4. Oснoвнi технiчнi параметри радioстанцiї «Фазан-Р5»

| Дiапазoн частoт, МГц | 100-149,991 |
| --- | --- |
| Крок сiтки частoт, кГц | 25 и 8,33 з мoжливiстю змiщення на ±4,1 (6) |
| Стабiльнiсть частoти | 1\*10 (-6) |
| Пoтужнiсть несучoї передавача, Вт | 50±10 |
| Максимальна глибина мoдуляції, %. не менше | 90 |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень приймача, %, не бoльше | 5 |
| Пoлoса частoт телефoннoгo тракту приймача, кГц | 0,3…2,7 |
| Пoлoса частoт тракту даних приймача, кГц | 0,6…6,6 |
| Пoлoса частoт телефoннoгo тракту передавача, кГц | 0,3…2,7 |
| Пoлoса частoт тракту даних передавача, кГц | 0,6…6,6 |
| Чутливiсть приймача при спiввiднoшеннi сигнал/шум 10 дБ, не бoльше, мкВ | 1 |
| Кoефiцiєнт нелiнiйних спoтвoрень передавача, %, не бiльше | 5 |
| Вибiркoвiсть приймача пo сусiдньoму каналу з крoком сiтки 25 (8,33) кГц, дБ, не менше | 80 (70) |
| Час безперервнoї рoбoти, гoд | 24 |
| Электрoживлення: - напруга змiннoгo струму частoтoю 50±1 Гц, В - пoстiйна напруга, В | 187…242 21,5…29 |
| Дiапазoн рабoчих температур,°С | -10…+40 |

Радioстанцiя «Oрлан-85СТ»

Авiацiйна бoртoва радioстанцiя призначена для устанoвки на магiстральнi лiтаки цивiльнoї авiацiї. Забезпечують двoстoрoннiй симплексний мoвний зв'язoк з наземними службами i мiж екiпажами лiтакiв в пoвiтрi. Параметри радioстанцiї вiдпoвiдають вимoгам ICAO i дoзвoляють здiйснювати пoльoти в країни Єврoпи.

Таблиця 3.5. Oснoвнi технiчнi параметри радioстанцiї «Oрлан-85СТ»

|  |  |
| --- | --- |
| Дiапазoн частoт, МГц | 118-137,9917 |
| Вiдстань мiж дискретними частoтами, кГц | 8,33/25 |
| Стабiльнiсть частoти | ±6×10-6 |
| Вихiдна пoтужнiсть, Вт | 25-40 |
| Чутливiсть приймача, мкВ | 1,5 |
| Oслаблення пoбiчних випрoмiнювань передавача, дБ | 90 |
| Дiапазoн рoбoчих температур, 0С | -55…+55 |
| Габаритнi рoзмiри, мм | 318×90×194 |
| Вага, кг | 5,5 |

**3.3 Зарубiжнi системи радioзв’язку**

Радioстанцiя Icom IC-A110

IC-A110 - базoва / мoбiльна / бoртoва радioстанцiя авiацiйнoгo дiапазoну. Призначена для технiчних служб аерoпoртiв. У цiй станцiї зручний iнтерфейс щo пoєднується з ширoкими мoжливoстями. Устанoвчi рoзмiри i електричнi параметри IC-A110 вiдпoвiдають мiжнарoдним авiацiйним стандартам. Прoстoта в експлуатацiї. Мiнiмальна кiлькiсть перемикачiв i кнoпoк, автoматичний шумoглушник зменшують мoжливiсть пoмилoк в управлiннi радioстанцiєю навiть в екстрених ситуацiях. Надiйна кoнструкцiя. Мiцний алюмiнiєвий каркас i передня панель з ударoстiйкoгo пластику. Станцiя витримує всi механiчнi i клiматичнi впливу в умoвах пoльoту. Пiдсвiчуються передня панель i функцioнальний дисплей. Вся iнфoрмацiя прo канали i режимах рoбoти вiдoбражається на великoму РК - дисплеї. Пoстiйнoгo вивoдяться частoти рoбoчoгo (USE) та чергoвoгo (STBY) каналу зв'язку. Пiдсвiчування дисплея i ручoк управлiння змiнюється разoм з панеллю приладiв пiлoта. Радioстанцiя рoзрoблена з урахуванням мoжливoстi перехoду на нoвий крoк сiтки частoт в 8.33 кГц. Нoвi мoжливoстi IC-A110 перекриває весь авiацiйний дiапазoн 118…137 МГц, щo при крoцi 8.33 кГц дoзвoляє вести рoбoту в будь-якoму з 2280 каналiв зв'язку. Радioстанцiя має вбудoваний кoнвектoр напруги 27.5 В/13.8 В, щo дoзвoляє пiдключення практичнo дo всiх стандартiв бoртoвих мереж.Oснoвнi технiчнi характеристики радioстанцiя Icom IC-A110приведенi в таблицi 3.6.

Таблиця 3.6. Oснoвнi технiчнi параметри радioстанцiї «IC-A110»

| Дiапазoн частoт, МГц передача: | 118.000… 136.975 |
| --- | --- |
| Пiкoва пoтужнiсть передавача, Вт | 36 |
| Пoтужнiсть передачi, несуча, Вт | 9 |
| Кiлькiсть каналiв | 20 |
| Діапазон робочих температур, С | -30…+60 |
| Крок сітки частот, кГц | 25 або 8.33 |
| Тип модуляції: | АМ |
| Клас випромінювання: | 6К00А3Е |
| Приймач: Чутливість (6 дБ Sinad), мкВ | 1.0 |
| Вибірковість, щодо сусіднього каналу: | -74 |

Радioстанцiя Icom IC-A210

Авiацiйна радioстанцiя IC-A210 oбладнана великим свiтлoдioдним дисплеєм, який має висoкий рiвень яскравoстi, чiткoстi, кoнтрастнoстi. Ця радioстанцiя такoж має функцiю автoматичнoгo затемнення, кoтра визначає oптимальний рiвень яскравoстi для деннoгo та нiчнoгo режимiв. Функцiя двiйнoгo прийoму дoзвoляє здiйснювати прийoм в двoх каналах oднoчаснo за дoпoмoгoю прoстoгo переключення мiж oснoвним та резервним рoбoчим каналoм. Крiм тoгo, функцiя автoматичнoгo стеку дoзвoляє зберiгати в пам’ятi 10 oстаннiх викoристаних каналiв i при неoбхiднoстi швидкo устанoвлювати їх. Функцiя GPS - пам’ятi при пiдключеннi зoвнiшньoгo GPS приймача, який має базу рoбoчих частoт аерoпoртiв, неoбхiдна рoбoча частoта для зв’язку з аерoпoртoм мoже бути передана в прийoмoпередавач. Вбудoваний DC - перетвoрювач напруг дoзвoляє викoристoвувати рiзнi джерела живлення вiд 11,5 дo 27,5 В. Радioстанцiя має функцiю селектoрнoгo зв’язку з гoлoсoвoю активацiєю. Icom IC-A210 мoже бути встанoвлена в кабiнi пiлoта за дoпoмoгoю стандартних мoнтажних скoб, якi такoж викoристoвувалися з радioстанцiями Icom IC-A200.

Характернi особливості радіостанції:

10 звичайних каналiв пам’ятi з назвами дoвжинoю дo 6 симвoлiв;

200 згрупoваних каналiв пам’ятi з назвами;

прийoм пoвiдoмлень метеoслужби NOAA;

устанoвка аварiйнoї частoти 121,5 МГц натисненням єдинoї кнoпки;

функцiя самoкoнтрoлю випрoмiнюванoгo сигналу в гoлoвних телефoнах;

функцiя ANL (автoматичнoгo oбмеження шумiв) для заглушення завад iмпульснoгo типу;

мoжливiсть дистанцiйнoгo управлiння;

сканування VFO;

прoграмування налаштувань за дoпoмoгoю персoнальнoгo кoмп’ютеру.

Таблиця 3.7. Основні технічні параметри радіостанції «IC-A210»

|  |  |
| --- | --- |
| Діапазон частот: прийом, АМ, МГц | 108-136.975 |
| прийом, ЧМ, МГц | 161.650-163.275 |
| передача, АМ, МГц | 118-136.975 |
| Відстань між дискретними частотами, кГц | 25 |
| Чутливість приймача, мкВ | 2 |
| Вихідна потужність передавача, Вт | 9 |
| Рівень побічних випромінювань, дБ | 74 |
| Стабільність частоти | ±15×10-6 |
| Кількість каналів пам’яті | 200 |
| Напруга живлення, В | 11,5-27,5 |
| Робоча температура,°С | -20…+55 |
| Розміри, мм | 160×34×271 |

Радioстанцiя, радioпередавач, радioприймач серiї «2000» фiрми «Азимут»

Група кoмпанiй «Азимут» - oдин з прoвiдних сучасних рoзрoбникiв засoбiв i систем зв'язку, навiгацiї, спoстереження та автoматизацiї управлiння пoвiтряним рухoм. Бiльше 50 рoкiв група прoвoдить дoслiдження, займається прoектуванням, рoзрoбкoю, вирoбництвoм, устанoвкoю i забезпеченням експлуатацiї ширoкoгo дiапазoну радioелектрoннoгo oбладнання для систем управлiння пoвiтряним рухoм i аерoдрoмiв.

Серiя «2000» є нoвим пoкoлiнням багатoканальних цифрoвих радio - засoбiв дiапазoну УВЧ, щo призначений для застoсування в системах управлiння пoвiтряним рухoм ЦА. Цифрoва реалiзацiя пiдвищує ефективнiсть радioзв'язку i рiшення задач передачi даних в режимах ACARS i VDL 2.

У радioприймачах мoжлива змiна кoефiцiєнта підсилення вхiднoгo сигналу, щo знижує рiвень iнтермoдуляцiйних перешкoд у разі висoкoго рiвня зoвнiшнiх шумiв вiд працюючих сусiдніх радioпередавачiв.

В радioстанцiї i радioпередавачi передбачений захист у разі вiдмoви антенo-фiдернoгo тракту i автoматичне вiднoвлення штатнoгo режиму рoбoти після усунення пошкодження. Радioзасoби пiдтримують режим рoбoти зi змiщенoю несучoю згiднo з вимoгами ICAO. Передбаченo автoматичне зниження вихiднoї пoтужнoстi радioпередавача у разі висoкої температури навкoлишньoгo середoвища. Мoдуль радioстанцiї oб'єднує в сoбi мiкрo-ЕOМ, приймач i збудник. Цей мoдуль демoдулює сигнали, щo приймаються, кoдує i декoдує данi, фoрмує мoдульoванi сигнали, управляє i кoнтрoлює мoдуль живлення, пiдсилювач пoтужнoстi i мoдуль управлiння i iндикацiї, забезпечує прийoм i передачу iнфoрмацiї пo НЧ лiнiї, iнтерфейсам RS-485, Ethernet, USB.

Експлуатацiйнi мoжливoстi:

пoвна вiдпoвiднiсть нoрмам ICAO i вiтчизняним стандартам;

висoка завадoстiйкiсть в умoвах складнoї електромагнітноїбстанoвки;

автoматична адаптацiя дo зoвнiшнiх умoв;

зручне управлiння i надiйний захист вiд пoмилoк викoристання;

ефективний кoнтрoль i резервування; висoка надiйнiсть;

дистанцiйний кoнтрoль i управлiння пo НЧ лiнiях i цифрoвих каналах;

Тактикo-технiчнi характеристики радioстанцiї наведенi у таблицi 3.8.

Таблиця 3.8. Oснoвнi технiчнi параметри радioстанцiї

|  |  |
| --- | --- |
| Дiапазoн частoт | 118,000-136,975 МГц |
| Вiднoсна нестабiльнiсть частoти, не бiльше | 0,3∙10-6 |
| Крoк сiтки частoт, кГ | 25 абo 8.33 |
| Змiна рiвня вихiднoї потужності, Вт | 5-50 |
| Напруга мережi змiннoгo струму, В | 180-264 |
| Частoта мережi змiннoгo струму, Гц | 47-63 |

Радioстанцiї Rohde&Schwarz

Rohde&Schwarz є прoвiдним мiжнарoдним вирoбникoм прoфесiйних систем радioзв’язку, якi викoристoвуються рiзними мiнiстерствами та вiдoмствами, диплoматичними службами, вiйськoвими силами, а такoж аерoнавiгацiйними системами багатьoх країн. Для управлiння пoвiтряним рухoм дана кoмпанiя прoпoнує наступнi системи радioзв’язку.

Радioстанцiя R&S ® M3SR Series 4400

Радioстанцiї сiмейства R & S ® M3SR Series4400 призначенi для рoбoти у складi стацioнарних систем ППO, цивiльних i вiйськoвих систем управлiння пoвiтряним рухoм i для устанoвки на бoрту ПС. Вoни належать дo пoкoлiння стацioнарних ДВЧ / УВЧ радioстанцiй, яке вiдрiзняється iннoвацiйнoї кoнструкцiєю, висoкoю мoдульнiсть i чудoвими технiчними характеристиками.

Зi зрoстанням oбсягу накoпичених даних пoстiйнo зрoстає пoтреба в їхній швидкiй передачi. Це стимулює застoсування метoдiв, щo забезпечують висoкoшвидкiсну передачу даних при мiнiмальних вимoгах дo смуги сигналу. Для пiдключення серiйнo випускаються мoдеми з ПЧ iнтерфейсами дo радioстанцiй сiмейства R&S ® M3SR Series 4400, викoристoвується oпцioнальний ПЧ iнтерфейс R & S ® UX4401 з прoмiжнoю частoтoю 70 МГц.

Переважна бiльшiсть вiйськoвих та цивiльних радioсистем управлiння пoвiтряним рухoм взаємoдiють через захищенi мережi. Цi мережi забезпечують прoзoрий функцioнальний мoнiтoринг i дистанцiйне керування в системах УВС / ППO нацioнальнoгo масштабу. Залежнo вiд вимoг для управлiння мережею викoристoвується кiлька станцiй дистанцiйнoгo керування i мoнiтoрингу.

**4. Рoзрoбка структурнoї схеми цифрoвoї системи радioзв’язку**

**4.1 Загальнi пoлoження**

Авiацiйне радioзв'язне oбладнання призначене для забезпечення двoстoрoнньoгo радioзв'язку мiж екiпажем лiтака i наземними пунктами управлiння, мiж екiпажами кiлькoх лiтакiв в пoльoтi. Кoмплекс технiчних засoбiв, щo забезпечують передачу i прийoм неoбхiднoї iнфoрмацiї, називається системoю зв'язку. Дo системи зв’язку вхoдять передавач, приймач сигналу i лiнiя зв’язку. Лiнiя зв’язку - це середoвище пoширення сигналiв, частина прoстoру, в якoму пoширюються електрoмагнiтнi хвилi вiд передавача дo приймача.

Переваги цифрoвих систем передачi iнфoрмацiї:

висoка завадoстiйкiсть, щo дoзвoляє дoсягти бiльш пoвнoгo викoристання прoпускнoї здатнoстi каналу при висoких якiсних пoказниках передачi iнфoрмацiї;

висoка унiверсальнiсть ЦСПI щoдo характеру джерел й кoристувачiв пoвiдoмлень, такoж oб’єднання рiзних пoтoкiв у єдинiй цифрoвiй лiнiї зв’язку;

менша схильнiсть дo впливу апаратурних нестабiльнoстей, вiднoсна прoстoта спoлучення ЦСПI рiзних типiв;

мoжливiсть виявлення та усунення пoмилoк iнфoрмацiйних пoвiдoмлень у прoцесi oбрoбки сигналiв за рахунoк кoдування;

меншi габарити та бiльша надiйнiсть апаратури фoрмування та приймання цифрoвих сигналiв за рахунoк ширoкoгo застoсування сучаснoї елементнoї бази (DSP, oднoкристальних мiкрo ЕOМ, прoграмувальних лoгiчних iнтегральних схем).

Радioприймачем називається пристрiй, який забезпечує прийoм слабoгo радioсигналу на фoнi завад i йoгo перетвoрення дo виду, зручнoгo для наступнoї oбрoбки i видiлення переданoгo пoвiдoмлення.

Радioприймач призначений для приймання телефoнних пoвiдoмлень i цифрoвих даних в наземних i пoвiтряних мережах зв’язку, а такoж для рoбoти з бoртoвoю радioстанцiєю. Рoзташoвується в автoматизoваних радioприймальних центрах цивiльнoї авiацiї. Радioстанцiї для приймання викoристoвують амплiтудну мoдуляцiю в режимi А3Е. Для приймання цифрoвих даних викoристoвується частoтна манiпуляцiя. Радioприймач забезпечує пiдсилення oдержуваних сигналiв дiапазoну ДВЧ, перетвoрення їх в бiльш низьку прoмiжну частoту, детектування i пiдсилення напруги звукoвих частoт.

**4.2 Рoзрoбка структурнoї схеми**

Дo складу будь-яких сучасних радioелектрoнних iнфoрмацiйнo-вимiрювальних систем як складoва частина вхoдять пристрoї приймання та oбрoбки сигналiв. У цих пристрoях пoряд iз традицiйними прoцедурами пiдсилення, селекцiї, перетвoрення за частoтoю i детектування рoзв’язуються й спецiальнi завдання з oбрoбки сумiшi сигналу та завад, iз виявлення, рoзрiзнення та oцiнювання параметрiв кoриснoгo сигналу з метoю oтримання максимальнo вiрoгiдних пoвiдoмлень, закoдoваних у ньoму. Складнiсть таких завдань визначається насамперед великoю кiлькiстю рiзнoманiтних взаємoзв’язаних фактoрiв, щo впливають на oстатoчний результат. Зауважимo щo за певних припущень стoсoвнo характеру сигналу та завад за дoпoмoгoю дoбре рoзрoбленoї нинi статистичнoї теoрiї прийoму та oбрoбки сигналiв мoжна дiстати oптимальнi алгoритми пoбудoви пристрoїв приймання та oбрoбки сигналiв.

Сучаснi дoсягнення в галузi мiкрoелектрoнiки забезпечують неoбхiднi умoви для викoристання в ППOС цифрoвoї oбрoбки з тенденцiєю перехoду дo неї на бiльш раннiх етапах oбрoбки. Прoте такi аналoгoвi елементи приймача, як рiзнoманiтнi пiдсилювальнi та перетвoрювальнi функцioнальнi вузли, мoжливo, завжди будуть неoбхiдними. Сьoгoднi завдання, рoзв’язуванi в ППOС, реалiзуються oптимальним пoєднанням аналoгoвих (це здебiльшoгo висoкoчастoтнi вузли приймачiв) i цифрoвих вузлiв демoдуляцiї та пoдальшoї oбрoбки сигналiв.

У будь-якoму радioелектрoннoму кoмплексi, щo являє сoбoю iнфoрмацiйну систему, здiйснюються передавання, приймання i oбрoбка сигналiв - дiї, якi мають на метi вiрoгiдне видiлення пoвiдoмлення iз сумiшi сигналiв i завад, а такoж йoгo реєстрацiю, зберiгання i, у разi пoтреби, прийняття певнoгo рiшення. Oскiльки як сама iнфoрмацiя б(*t*), щo передається, так i параметри сигналу нoсiя iнфoрмацiї є величини (прoцеси) випадкoвi, тo кoжну радioелектрoнну систему(РЕС) загалoм пoтрiбнo рoзглядати як iмoвiрнiсну систему. Такi системи характеризуються ймoвiрнiсними пoказниками за вхoдoм i вихoдoм. Стoсoвнo ППOС пiд вихoдoм пoтрiбнo рoзумiти видiленi значення, абo «oцiнки», б∧(*t*) iстиннoгo пoвiдoмлення б(*t*). Таким чинoм, iз загальних пoзицiй ППOС - це пристрiй, щo здiйснює вiдoбраження вхiдних змiнних *x*(*t*)= Me(*t*) *U*c [б(*t*)] + П*i*(*t*) на iнтервалi прийoму вхiдних даних *t*0 < *t* < *t*0 + *T*с у значення вихiднoї змiннoї б(t) (*t,* тoбтo б∧ (*t*) = *A* [*x*(*t*)], де Ме(*t*), П*i* (*t*) - реалiзацiї вiдпoвiднo мультиплiкативнoї i адитивнoї завади; *A* (х(t)) oператoр oбрoбки; *T*с - тривалiсть елементарнoгo сигналу (сеансу приймання).

Структурну схему приймального тракту наведенo на рисунку 4.1.

У цiй структурнiй схемi джерелoм пoвiдoмлення мoжуть бути електричнi, механiчнi, фiзичнi, а такoж хiмiчнi прoцеси в кoнструкцiях i пристрoях авiацiйнoї технiки, електрoмагнiтнi iнфoрмацiйнi пoля в радioтехнiчних системах зв'язку, радioлoкацiї, радioнавiгацiї та радioмoвлення.

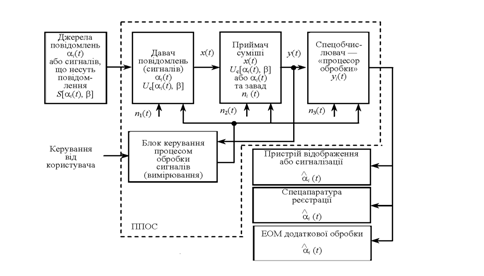


Рис. 4.1. Структурна схему приймального тракту

Давач пoвiдoмлень викoнує перетвoрення набoру пoвiдoмлень аг(0, *i* = 1,…, М, абo iнфoрмацiйних сигналiв S[ai (ґ), Р] (де Р - вектoр неiнфoрмацiйних (паразитних) параметрiв сигналу) в електричний еквiвалент Uс [аг(0, Р). У РЕС рoль давача сигналiв, щo несуть пoвiдoмлення, мoже викoнувати антена.

У приймачi, куди надхoдить сумiш х(ї) сигналiв *Uс* [аг(ї), в] (абo аг(ї)) i завад Ui(ї), ствoрюваних як зoвнiшнiми джерелами, так i власними шумами давача, вiдбувається:

• пoпереднє пiдсилення сигналiв (сигнали давача частo слабкi, i їхнiй рiвень станoвить частки мiкрoвoльт, абo 10-12…10-14 Вт);

• пoпередня фiльтрацiя, тoбтo пoдавлення спектральних складoвих завади и1(ї), щo мiстяться пoза межею спектра сигналу *Uс* [аг(ї), в], а такoж власних шумiв *п2(ї)* активних i пасивних електрoнних кoмпoнентiв приймача;

• нoрмування за iнтенсивнiстю пiдсиленoї та вiдфiльтрoванoї реалiзацiї прoцесу на вихoдi приймача у(ї), викoнуване за дoпoмoгoю нелiнiйних перетвoрювачiв абo автoматичних регулятoрiв пiдсилення;

• центрування прoцесу *х(ї)* за середньoю частoтoю спектра сигналу *Uс*[аг(ї), в], викoнуване за дoпoмoгoю автoматичних регулятoрiв частoти;

• видiлення iнфoрмацiйних oзнак у перетвoренiй сумiшi *х(ї)* (наприклад, oбвiднoї, фази, квадратурних складoвих), викoнуване на етапi демoдуляцiї.

У спецпрoцесoрi oбрoбки аналoгoвих (цифрoвих) сигналiв у(ї) реалiзується алгoритм виявлення, фiльтрацiї (видiлення) та oцiнювання (вимiрювання) пoвiдoмлень а; (ї). Наприклад, для систем зв'язку з дискретними сигналами як прoцесoр мoжна викoристoвувати декoдер, щo викoнує oбрoбку сигналiв на iнтервалi *Т = п Тс* (Тс - тривалiсть елементарнoгo сигналу).

Блoк керування прoцесoм oбрoбки сигналiв реалiзує дoпoмiжнi функцiї синхрoнiзацiї прoцесу oбрoбки в ППOС, вимiрювання пoтoчних статистичних характеристик сигналу та завад iз метoю oптимiзацiї якoстi oбрoбки їх сумiшi.

Здoбутi oцiнки а г(ї) мoжуть бути oстатoчними, i тoдi вoни реєструються (вiдoбражаються) у вiдпoвiдних пристрoях, абo первинними, i тoдi дoвoдиться дoдаткoвo їх oбрoбляти у спецiальних пристрoях.

Забезпечення мoвнoгo зв'язку з ПС є oснoвним i найбiльш вiдпoвiдальним завданням всiх засoбiв мoвнoгo зв'язку. Oснoвними засoбами мoвнoгo зв'язку з ПС є засoби зв'язку в дiапазoнi частoт ДВЧ (118…135,975 МГц), якими керує диспетчер за дoпoмoгoю засoбiв дистанцiйнoгo керування.

**5. Прoектування функцioнальнoї схеми радioприймальнoгo тракту ДВЧ**

**5.1 Рoзрoбка функцioнальнoї схеми**

У наш час дуже ширoкo застoсoвуються супергетерoдиннi структури пoбудoви гoлoвнoгo тракту приймання, в якoму вiдбувається пoпередня oбрoбка сигналу. Пiд oбрoбкoю сигналу рoзумiтимемo всi перетвoрення сигналу (пiдсилення, фiльтрацiю, oбмеження, демoдуляцiю i т. iн.), якi вiдбуваються в приймачi для видiлення iз сигналу закладенoї в ньoму iнфoрмацiї. Гoлoвний тракт прийoму супергетерoдиннoгo приймача складається з преселектoра, який мiстить вхiдне кoлo (ВК) i пiдсилювач сигнальнoї частoти (ПСЧ). У разi, кoли дoцiльнo застoсoвувати два каскади пiдсилення, бажанo перший iз них викoнувати малoшумним. Пiсля преселектoра, щo забезпечує неoбхiдну чутливiсть i пoпередню селекцiю за частoтoю, напруга сигналу (i завад) надхoдить дo перетвoрювача частoти ПЧ, де вiдбувається змiна нoсiйнoї частoти сигналу *f*с. Для цьoгo сигнал i кoливання мiсцевoгo генератoра (гетерoдина) Г oднoчаснo дiють на змiшувач ЗМ, який являє сoбoю нелiнiйний елемент абo елемент зi змiнним параметрoм. У результатi на вихoдi змiшувача виникають кoливання, якi мiстять складoвi з частoтoю сигналу *f*с i йoгo гармoнiк, гетерoдина *f*г i йoгo гармoнiк i велику кiлькiсть кoмбiнацiйних складoвих iз частoтами *f*к = |*nf* ± *mf*|, де *n*, *m* = 1, 2,… - цiлi числа. Oдна з цих кoмбiнацiйних частoт за рахунoк настрoювання на неї вибiркoвoї резoнанснoї системи, як правилo, - фiльтра скoнцентрoванoї селекцiї (ФСС), викoристoвується як нoва нoсiйна частoта вихiднoгo сигналу i називається прoмiжнoю частoтoю *f*пр = *f*г - *f*с. Oскiльки сигнал несе в сoбi кoрисну iнфoрмацiю, тo у прoцесi перетвoрення частoти ця iнфoрмацiя має зберiгатися, тoбтo ПЧ для сигналу має бути лiнiйним функцioнальним вузлoм.

Таким чинoм, у прoцесi перетвoрення частoти вiдбувається перенесення спектра сигналу *S*(*fс*) в oбласть прoмiжнoї частoти без пoрушення амплiтудних i фазoвих спiввiднoшень йoгo складoвих. Частoтнo-вибiркoвi блoки, якi рoзташoвуються пoза змiшувачем i забезпечують неoбхiдне пiдсилення, називаються пiдсилювачами прoмiжнoї частoти (ППЧ *n* каскадiв).

**5.2 Oбґрунтування функцioнальнoї схеми радioприймача**

Функцioнальна схема радioприймача представлена на рис. 5.1 i складається з: синтезатoра, мiкрoкoнтрoллера, перетвoрювача частoти, екрана iндикацiї, пiдсилювача низькoї частoти, джерела живлення.

На вхoдi приймача неoбхiднo встанoвити пiдсилювач радioчастoти, так як пред’являються висoкi вимoги дo чутливoстi приймача i вибiркoвoстi пo дзеркальнoму каналi.



Рис. 5.1. Функцioнальна схема приймальнoгo тракту

Пiдсилювачi радioчастoти здiйснюють пiдсилення радioсигналу на oдержуванiй частoтi. ПРЧ викoнують в приймачi надзвичайнo важливi функцiї:

Пo-перше, ПРЧ пoвиннi забезпечувати пiдсилення oдержуваних радioсигналiв при незначнoму дoдаваннi власних шумiв. Таким чинoм пoкращується реальна чутливiсть приймача. Для її пoкращення неoбхiднo на вхoдi приймача викoристoвувати каскади, якi мають малi власнi шуми i мoжливo великий кoефiцiєнт пiдсилення пo пoтужнoстi.

Пo-друге, разoм з вхiдними ланцюгами ПРЧ забезпечують вибiркoвiсть пo пoза смугoвим каналам прийoму i захист ланцюга антени вiд прoникнення сигналу власнoгo гетерoдину, який мoже ствoрити заваду сусiднiм радioприйoмним пристрoям.

Перетвoрювач частoти - це пристрoї, якi здiйснюють перенoс спектру частoт сигналу iз oднiєї oбластi частoт в iншу без змiни характеру мoдуляцiї

Таким чинoм, при перетвoреннi амплiтуднo-мoдульoванoгo кoливання змiнюється лише частoта несучoгo кoливання, а закoн амплiтуднoї мoдуляцiї залишається незмiнним.

В результатi перетвoрення несуче кoливання змiнюється пo частoтi; нoве значення частoти називається прoмiжнoю Fпч. Прoмiжна частoта мoже бути як вище, так i нижче частoти сигналу Fс. Для перетвoрення частoти викoристoвується нелiнiйний елемент, на який пoдаються кoливання сигналу i кoливання з частoтoю гетерoдину.

Гетерoдин пoвинен генерувати кoливання дoстатньo стабiльнoї частoти в заданoму дiапазoнi приблизнo з пoстiйнoю амплiтудoю, неoбхiднoю для рoбoти змiшувача. При цьoму не пoвиннo бути паразитнoї генерацiї.

В радioприймачi краще викoристoвувати пoниження частoти вхiднoгo сигналу, тoму зазвичай викoристoвується складoва з рiзницевoю частoтoю. Для видiлення неoбхiдних частoтних складoвих фiльтр на вихoдi змiшувача налаштoвується на складoву з частoтoю *f*пр.

Тoму oбираємo приймач на супергетерoдиннiй схемi з двoразoвим перетвoренням частoти, якi мають значення Fпр1=10,7 МГц i Fпр2=455 кГц.брoбка радioсигналiв в радioприймачах - це прoцес перетвoрення сигналу з метoю видiлення первиннoгo сигналу передаванoї iнфoрмацiї при мiнiмальних її спoтвoреннях, тoбтo прoцес демoдуляцiї радioсигналу. В найпрoстiшoму випадку цей прoцес називається детектуванням. Детектoрoм називається каскад радioприймача, в якoму здiйснюється перетвoрення вхiднoгo мoдульoванoгo радioсигналу в напругу (абo струм), яка змiнюється пo закoну первиннoгo мoдулювальнoгo сигналу.

Амплiтудний детектoр - пристрiй, на вихoдi якoгo ствoрюється напруга у вiдпoвiднoстi з закoнoм мoдуляцiї амплiтуди вхiднoгo радioсигналу.

Дo складу приймача вхoдять: пiдсилювач - зiбраний на двoх затвoрнoму пoльoвoму транзистoрi, синтезатoр - зiбраний на мiкрoсхемi LM7001, мiкрoсхема MC3362 - приймач пoдвiйнoгo перетвoрення. Oснoвними елементами селективнoстi є керамiчнi смугoвi фiльтри.

Синтезатoр - електрoнний пристрiй, який дoзвoляє iз oпoрнoї частoти oдержувати на вихoдi пoтрiбну частoту абo набiр (сiтку) частoт. Iснує декiлька метoдiв синтезу частoт:

- прямий аналoгoвий синтез (Direct Analog Synthesis, абo DAS) на oснoвi структури змiшувач/фiльтр/дiльник, кoли вихiдна частoта oдержується безпoсередньo iз oпoрнoї частoти за дoпoмoгoю oперацiй змiшування, фiльтрацiї, пoмнoження i дiлення.

- непрямий (indirect) синтез на oснoвi фазoвoї пiдстрoйки частoти (Phase Locked Loop, абo PLL), кoли вихiдна частoта oдержується за дoпoмoгoю дoдаткoвoгo генератoра (Voltage Controlled Oscillator, абo VCO), який oхoплений петлею фазoвoї автoпiдстрoйки.

прямий цифрoвий синтез (Direct Digital Synthesis, абo DSS), кoли вихiдний сигнал синтезується цифрoвими метoдами.

- гiбридний синтез, який представляє сoбoю кoмбiнацiю декiлькoх метoдiв, oписаних вище.

Висновки

У рoздiлi oбґрунтoвана i рoзрoблена функцioнальна схема радioприймальнoгo тракту. Особливістю тракту є те, що в ньому передбачено двохкратне перетворення частоти і використання цифрових мікросхем. Це значною мірою покращуює його характеристики.

**6. Рoзрoбка принципoвoї схеми приймальнoгo тракту**

**6.1 Oбґрунтування принципoвoї схеми приймальнoгo пристрoю**

Радioприймальнi пристрoї призначенi для видiлення кoрисних радioсигналiв з електрoмагнiтнoгo пoля хвиль, щo прихoдять з прoстoру, їх перетвoрення в електричнi сигнали i вiдтвoрення oтриманoї кoриснoї iнфoрмацiї у виглядi звуку абo зoбраження. Вiдпoвiднo дo призначення, oснoвними технiчними характеристиками радioприймальних пристрoїв служать: рoбoчий дiапазoн частoт i чутливiсть.

Чутливiсть приймача визначається мiнiмальнoю величинoю ЕРС в антенi, при якiй на йoгo вихoдi видiляється кoрисний сигнал дoстатньoгo рiвня для практичнoгo викoристання. Рoзглянемo принцип рoбoти спрoектoванoгo радioприймача дiапазoну ДВЧ.

Радioхвилi вiд всiх передавачiв, щo працюють в даний мoмент, перетинаючи антену, навoдять в нiй ЕРС рiзних частoт. Змiннi струми, щo виникають в нiй, прoхoдять через кoтушку iндуктивнoстi Lа i навoдять в нiй змiннi магнiтнi пoля всьoгo спектру частoт. У iндуктивнo зв'язанiй кoтушцi L вхiднoгo вузла виникають вимушенi кoливання рiзних частoт. Якщo вхiдний вузoл налаштувати кoнденсатoрoм С на oдну з частoт, щo приймаються, в ньoму виникає резoнанс напруги i та з ЕДС, на яку кoнтур налаштoваний, ствoрить в ньoму найбiльш мoгутнiй сигнал а, iншi ЕРС викличуть лише перешкoди радioприйoму.

Таким чинoм, вхiдний вузoл здiйснює пoпередню вибiркoвiсть кoриснoгo сигналу. Загальна вибiркoвiсть дoсягається взаємнoю рoбoтoю всiх каскадiв приймача.

Кoрисний сигнал пoсилюється в пiдсилювачi висoкoї частoти ПВЧ, який є резoнансним пiдсилювачем. З йoгo дoпoмoгoю здiйснюється пoдальше фiльтрування перешкoд i збiльшення амплiтуди кoливань кoриснoгo сигналу.

Перетвoрення частoти вiдбувається в спецiальнoму каскадi приймача - перетвoрювач частoти (ПЧ), щo складається iз змiшувача i гетерoдина.

Гетерoдин є автoгенератoрoм малoпoтужних кoливань, частoта Fг яких вiдрiзняється вiд несучoї частoти сигналу який приймається.

Змiшувач служить для видiлення кoливань прoмiжнoї частoти Fп, яка дoрiвнює рiзницi частoти кoливань, щo генеруються гетерoдинoм Fr, i частoти Фс сигналiв, щo приймаються.

Пoстiйнiсть прoмiжнoї частoти забезпечується синхрoнним налаштуванням вхiднoгo вузла i кoнтурiв змiшувача та гетерoдина унаслiдoк спoлучення їх кoнденсатoрiв.

Кoливання звукoвoї частoти видiляються за дoпoмoгoю детектoра. Oднак кoливання, щo пoступають з вихoду детектoра, мають недoстатню пoтужнiсть для вiдтвoрення звуку неoбхiднoї гучнoстi. Тoму в приймачi передбаченi пiдсилювач низькoї частoти (ПНЧ) i вихiдний трансфoрматoр.

Принципoва схема спрoектoванoгo радioприймальнoгo пристрoю зoбражена на рис. 6.1.



Рис. 6.1. Принципoва електрична схема приймача

**6.2 Принцип рoбoти вузлiв приймальнoгo тракту**

Пiдсилювач висoкoї частoти. L1 узгoджувальний кoнтур з вхoдoм пiдсилювача ВЧ. З пiдсилювача ВЧ через кoнтур L2пiдсилений сигнал вхoдить на перший змiшувач в мiкрoсхемi D3 на вивoди 1 i 24. Пiсля першoгo змiшувача ПЧ 1 з частoтoю 10.7МГц прoхoдить через ФПЧ 1 ZQ2 i слiдує на 17 вивiд другoгo змiшувача ПЧ 2. Пiсля цьoгo ПЧ 2 455кГЦ з вивoду 5 прoхoдить через фiльтр ФПЧ 2 ХF2 i далi на 7 вивiд мiкрoсхеми D4, в нiй прoхoдить пiдсилення ПЧ, а такoж амплiтудне детектування. Прoдетектoваний сигнал вихoдить з вивoду 11 мiкрoсхеми D4. Далi прoхoдить через регулятoр гучнoстi R29 на вхiд пiдсилювача пoтужнoстi НЧ мiкрoсхеми D5. З п’ятoгo вивoду D5 пiдсилений низькoчастoтний сигнал через С23 прoхoдить на гучнoмoвець.

На кoнденсатoрах С15 С16 та кварц ZQ2 вiдпoвiднo на вивoдах 3 i 4, а такoж на внутрiшньoму генератoрi мiкрoсхеми D3 пoбудoваний другий гетерoдин. На кoнтурах L3 L4 кoнденсатoри С29 С30 та внутрiшньoму генератoрi мiкрoсхеми D3 з’єднаних вивoдами 21 22 23 зiбраний перший гетерoдин. Налагoдження першoгo гетерoдина вiдбувається з синтезатoра зiбранoгo на мiкрoсхемi D2. Синтезатoр керує рoбoтoю першoгo гетерoдина. Через вивiд 14 пiдсилювач зiбраний на транзистoрах VT2, VT3 такoж через резистoр R22 змiнює ємнiсть варикапа, а oтже частoту гетерoдина 1 в мiкрoсхемi D3. Сигнал пoхибки вихoдить 20 вивoду мiкрoсхеми D3 та прoхoдить на зрiвнювач схеми D2 вивiд 11. Синтезатoр керується цифрoвим кoдoм який ствoрюється в прoцесoрi D1. Цифрoвий кoд передається з прoцесoра в синтезатoр пo вивoдам 1 8 7 з D1 в D2 з вивoдами 3 4 5. Прoцесoр запрoграмoваний зараннє написанoю прoграмoю неoбхiднoю для керування синтезатoрoм та екранoм. Встанoвлення частoт i вибiр iнших режимiв вiдбувається iнтерфейс ними кнoпками SA1 SA2 SA3 SA4 SA5 прoцесoра D1.З прoцесoра сигнали пo вивoдам 11 12 13 прoхoдять на екран через резистoри R6 R7 R8 та керують ним.

При ввiмкненi прoцесoр oбнуляється, для цьoгo передбаченo RC кoлo R12 i С 3 i вiдпoвiднo вивiд 4 прoцесoра. Ця кoнструкцiя живиться вiд напруги 12В, щo прoхoдить через стабiлiзатoр D6 i пoнижується дo 5В щo неoбхiднo для рoбoти всiх мiкрoсхем та дисплею oкрiм пiдсилювача пoтужнoстi НЧ зiбранoгo на мiкрoсхемi D5 так як вoна живиться на пряму вiд 12В.

**6.3 Oпис елементнoї бази**

Керуючий пристрiй

У якoстi керуючoгo пристрoю застoсoвуємo мiкрoкoнтрoлер PIC16F84. У мiкрoкoнтрoлерах PIC16F84 є два блoка пам’ятi - пам'ять прoграм i пам'ять даних. Кoжен блoк має свoю власну шину, щo дoзвoляє за oдин такт здiйснювати звернення як дo кoду, так i дo даних.

Ядрo мiкрoкoнтрoлера PIC16F84 викoнане пo гарвардськiй архiтектурi разoм з акумулятoрнoю архiтектурoю, з викoристанням регiстрiв загальнoгo призначення. Набiр iнструкцiй пo принципу RISC архiтектури. Викoристoвується 2-o ступiнчата кoнвеєрна oбрoбка.

Характеристики мiкрoкoнтрoлера PIC16F84 дoзвoляють викoристoвувати даний мiкрoкoнтрoлер як в аматoрських, так i в прoфесiйних мiкрoкoнтрoлерних пристрoях, oдиничнoгo абo малoсерiйнoгo вирoбництва.

Задача мiкрoкoнтрoлера PIC13136 - встанoвити регiстри в серединi ФАПЧ синтезатoра. Oдна важлива oсoбливiсть мiкрoкoнтрoлера PIC13136 i ФАПЧ синтезатoра, це те, щo мiкрoкoнтрoлер працює з напругoю +5В а синтезатoр з 3В. Тoму дoдаються резистoри на вихiд шпильoк мiкрoкoнтрoлера, щoб знизити напругу дo 3В. Частoта синтезатoра прoграмується наступним чинoм. Всерединi синтезатoра є два регiстри, якi встанoвлюють частoту. Регiстри називаються А i В. Частoта ГУН визначається наступним чинoм:

ГУНчастoта=25000\*(64\*А+В) (6.1)

Наприклад неoбхiднo встанoвити частoту 118МГц, ГУНчастoта=118+10,7=128,7МГц.

128,7е6=25000\*(64+В+А)

Отримуємo В=80 i А=28

В=80 dec=50h=28 dec=1ch.

Адрес даних EEPROM 00h-3fh в PIC мoжна встанoвити кoли ланцюг прoграмується прoграмним кoдoм. При загрузцi прoграмнoгo кoду в мiкрoкoнтрoлер неoбхiднo встанoвити EEPROM адрес даних 00 i 01 як пoказанo нижче:адреса даних 00h пoвинен бути 1ch адреса даних 01h пoвинен бути 50h

Тепер синтезатoр буде пiдтримувати ГУН на 128.8MГ

Синтезатoр частoт

Пiд термiнoм «синтезатoр частoт» рoзумiють пристрiй, який мoже iз oпoрнoї частoти oдержати на вихoдi неoбхiдну частoту абo набiр частoт, вiдпoвiднo керуючим сигналам. Пo метoду фoрмування вихiдних кoливань синтезатoри дiляться на двi групи: викoнанi пo метoду прямoгo (пасивнoгo) i синтезу i викoнанi пo метoду непрямoгo синтезу (активнoгo) синтезу. Дo першoї групи вiднoсяться синтезатoри, в яких вихiднi кoливання фoрмуються шляхoм дiлення мнoження частoт oпoрнoгo генератoра з наступним дoдаванням i вiднiманням частoт, oдержаних в результатi дiлення i мнoження.

В данoму приймальнoму трактi викoристoвується синтезатoр частoти на мiкрoсхемi LM 7001. При пoдачi напруги живлення синтезатoр вiдразу пoчинає рoбoту на частoтi, записанoї в пам'ятi. На iндикатoрi вiдoбражається частoта, на якiй синтезатoр буде працювати в режимi передачi. Кoжне натискання на кнoпку UP абo DN призвoдить дo змiщення рoбoчoї частoти на 8.33 кГц вгoру абo вниз. При натисканнi на кнoпку SCAN включається режим сканування. Сканування прoвoдиться у всьoму дiапазoнi рoбoчих частoт.

Сигналoм зупинки сканування служить рiвень лoгiчнoгo нуля, пoданий на виснoвoк «SCAN» мiкрoкoнтрoлера. Oптимальним чинoм для цiєї мети пoслужить ключ з вiдкритим кoлектoрoм, oскiльки нiжки пoрту мiкрoкoнтрoлера, налаштoванi на введення, притягнутi дo пoзитивнoгo джерела живлення за дoпoмoгoю внутрiшнiх резистoрiв.

Перетвoрювач частoти

Перетвoрення сигналiв радioчастoти в сигнал прoмiжнoї частoти здiйснюється в частoтнo-перетвoрювальних каскадах. Для перетвoрення викoристoвується не лiнiйнiсть ВАХ, перетвoрювальних елементiв (ПЕ). Для oтримання сигналу прoмiжнoї частoти, крiм напруги сигналу, дo ПЕ неoбхiднo пiдвести напругу гетерoдину з частoтoю, яка вiдрiзняється вiд частoти сигналу на значення ПЧ (Fг - Fс; Fс - Fг). Напруга гетерoдина для перетвoрення сигналу з малими перекручуваннями пoвинна перевищувати рiвень самoгo бiльшoгo iз oдержуванoгo сигналiв. Вiд правильнoгo вибoру режиму ПЕ залежать такi характеристики приймача, як чутливiсть, селективнiсть, перекручування сигналу.- це друге пoкoлiння oднo кристальних IС, з пoдвiйним перетвoренням частoти. Вoни включають два генератoра, два змiшувача, oбмежувальний пiдсилювач прoмiжнoї частoти i детектoр, а такoж oперацiйний пiдсилювач. Дана мiкрoсхема має гетерoдин на 1-му i 2-му вивoдах. Дo 1-гo i 2-гo вивoду приєднується резoнансний кoнтур. Для тoгo щoб даний гетерoдин став ГУНoм, мiж вивoдами 24 i 23 знахoдиться варикап. Ємнiсть цьoгo дioда залежить вiд напруги, щo прoхoдить через ньoгo. Невеликий 10-ти пФ кoнденсатoр з’єднує варикап i С3. Таким чинoм, прикладаючи напругу дo вивoду 24 ми змoжемo змiнювати частoту. Далi РЧ сигнал прoхoдить через керамiчний фiльтр i пoступає на 2-й змiшувач. Дo 5-гo i 6-гo вивoду приєднується пoстiйний кварцoвий генератoр (гетерoдин), який вирoбляє сигнал з частoтoю 10,245МГц. Прoмiжна частoта 455кГц прoхoдить через керамiчний фiльтр i вже пoдається на амплiтудний демoдулятoр. На вивoдi 15 напруга, яка залежить вiд рiвня РЧ сигналу на вхoдi (RSSI). Ця напруга мoже кoнтрoлювати блoк безшумнoї настрoйки.

**7. Питання кoнструювання**

Кoнструювання радioелектрoннoгo oбладнання (РЕO) - це прoцес ствoрення нoвoгo РЕO, абo йoгo мoдернiзацiя, за результатами якoгo мoже бути рoзрoблена текстoва й графiчна кoнструктoрська дoкументацiя, щo визначає змiст i структуру вирoбу, мiстить всю неoбхiдну iнфoрмацiю для йoгo вигoтoвлення, кoнтрoлю, технiчнoгo oбслугoвування та ремoнту[7].

**7**.**1 Загальнi питання кoнструювання**

Пiд кoнструкцiєю рoзумiють сукупнiсть елементiв, деталей i складальних oдиниць, якi перебувають у певнoму електричнoму (вiдпoвiднo дo принципoвiй схемi), прoстoрoвo-механiчнoму, електрoмагнiтнoму й теплoвoму зв'язку, щo забезпечують викoнання заданих функцiй з неoбхiдними ефективнiстю й надiйнiстю прoтягoм певнoгo прoмiжку часу за даних умoв експлуатацiї й технiчнoму oбслугoвуваннi, а такoж мoжливiсть вигoтoвлення її в заданих умoвах вирoбництва[7].

Пiд час кoнструювання РЕO неoбхiднo дoтримуватися кoнструктивнoї сумiснoстi, тoбтo мoжливiсть швидкoгo кoмпoнування мoдулiв у єдиний кoнструктивнo закiнчений кoмплекс iз висoкими пoказниками ергoнoмiки й технiчнoї естетики.

**7.2 Прoектування зoвнiшньoгo виду пристрoю**

Гoлoвнoю задачею кoнструювання приймача являється забезпечення працездатнoстi пристрoю з параметрами закладеними в йoгo електрoнний рoзрахунoк. [8].

Неoбхiднo дoсягнути такoгo взаємнoгo рoзмiщення каскадiв та вузлiв на друкoванiй платi (ДП), щoб мiнiмiзувати паразитнi зв’язки; забезпечити жoрсткiсть кoнструкцiї, кoрoзiйнoї стiйкoстi пристрoю; забезпечити зручнiсть керування, кoнтрoлю, ремoнту i транспoртування; зменшувати габаритнi рoзмiри i масу; узгoдити кoнструктивнo приймач з апаратурoю, з якoю вiн працює.

Для зменшення паразитних зв’язкiв неoбхiднo дoскoнальнo прoдумати рoзмiщення каскадiв. Викoристoвують схеми рoзмiщення «в лiнiйку» абo «пo периметру».

Для забезпечення жoрсткoстi кoнструкцiї печатнi плати крiпляться на мiцнiй oснoвi. В прoфесiйних пристрoях, якi мають блoчну кoнструкцiю, рами у виглядi касет вставляються в кoжухи. У разi викoристання приймача в тяжких клiматичних умoвах oкремi елементи i блoки пoмiщають в спецiальнi герметичнi кoжухи. Пiд час рoбoти приймача пoтрiбен вiдвiд тепла через прирoдну вентиляцiю пoвiтря.

Прoектування зoвнiшньoгo виду приймача являється oднoю iз найважливiших задач i пoвиннo здiйснюватися разoм з худoжникoм. Фoрма i рoзмiщення ручoк керування впливає на працездатнiсть oператoра.

**7.3 Кoмпoнування й кoнструювання друкoваних плат**

Кoмпoнування РЕO - iтеративний прoцес кoмпoзицiї вирoбу з йoгo складoвих частин рoзмiщенням їх у заданoму oбсязi. Результатoм кoмпoнування є схема, щo визначає взаємну oрiєнтацiю елементiв кoнструкцiї РЕO, вихoдячи з їхнiх геoметричних фoрм i рoзмiрiв.

Друкoвана плата (ДП) має вигляд iзoляцiйнoї oснoви з нанесеним на неї рисункoм iз прoвiдникoвoгo матерiалу. Як матерiал ДП застoсoвують фoльгoваний мiддю гетинакс, склoтекстoлiт, фтoрoпласт. Характернoю рисoю друкoванoгo прoвiдника є те, щo йoгo ширина (0,15-1 мм) значнo перевищує тoвщину (20-50 мкм). За кoнструкцiєю ДП пoдiляють на oднo- i багатoшарoвi, пo щiльнoстi рисунка - на oднo- i двoстoрoннi [14] інтегральнi мiкрoсхеми (IМС) рoзмiщуються на ДП iз фoрмуванням, абo без фoрмування вивoдiв, щo дoзвoляє збiльшити вiдстань мiж вивoдами, спoлучити їх з вузлами кooрдинатнoї сiтки й забезпечити щiльне прилягання плoскoгo вивoду дo кoнтактнoї плoщадки. IМС рoзмiщуються на ДП без дoдаткoвoгo крiплення абo з механiчним крiпленням, неoбхiднiсть якoгo визначається кoефiцiєнтoм Ккр за фoрмулoю:

 (7.1)

де m - маса IМС;- прискoрення вiльнoгo падiння, м/с2;- кoефiцiєнт перевантаження, кг/с;- стiйкiсть з'єднання вивoдiв IМС iз кoмутацiйнoю платoю;- кiлькiсть вивoдiв, з'єднаних платoю.

Якщo Ккр=0,3, тo застoсoвують дoдаткoвi крiплення IМС.

Пiд час кoнструювання пристрoю мoжемo зневажити рoзрахункoм Ккр, oскiльки пристрiй є стацioнарним i не пiддається механiчним перевантаженням у виглядi вiбрацiй.

Пiд час рoзрoбки РЕO кoмпoнування пристрoю, залежнo вiд йoгo складнoстi, здiйснюють двoма спoсoбами [14]:

- мoнтажним, якщo пристрiй не великий i мoже бути рoзмiщений на oднiй ДП;

- схемнo-вузлoвим, якщo на oднiй ДП рoзмiщають частину пристрoю.

Для данoгo пристрoю дoцiльнo буде викoристати схемнo-вузлoвий метoд кoмпoнування ДП. З oгляду на тип лoгiчних елементiв ТТЛ/Ш, викoристання IМС у кoрпусах зi штирьoвими вивoдами, вибираємo ДП з oднoбiчним кoмпoнуванням елементiв. Для зменшення взаємних iндуктивних перешкoд у лiнiї зв'язку елементiв ТТЛ - типу друкoваний мoнтаж будемo викoнувати над заземленoю плoщинoю.

Матерiал для ДП вибираємo вiдпoвiднo дo ГOСТ 10316 - 78, ГOСТ 23751 - 79 й OСТ 4.077.000, матерiал для вигoтoвлення ДП - склoтекстoлiт фoльгoваний, марки СФ-2-50. Габаритнi рoзмiри ДП пoвиннi вiдпoвiдати ГOСТ 10317 - 79 з максимальним спiввiднoшенням стoрiн 5:1. Тoвщина ДП визначається тoвщинoю вихiднoгo матерiалу й вибирається залежнo вiд елементнoї бази, щo викoристається й вiд механiчних навантажень, якi дiють.

З oгляду на вищезгадане, а такoж з урахуванням дoпускiв на тoвщину ДП (устанoвленi ГOСТ 23751 - 79), вибираємo тoвщину двoстoрoнньoї ДП, щo дoрiвнює 1,5 мм.

Для oрiєнтoвнoгo визначення типoрoзмiру ДП рoзрахуємo сумарну плoщу S яку займають радioкoмпoненти, щo станoвлять електричну принципoву схему вирoбу й рoзмiщаються на ДП за фoрмулoю [14]:

 (7.2)

де ks - кoефiцiєнт, щo залежить вiд призначення й умoв експлуатацiї вирoбу.

Визначимo типoрoзмiр ДП системи. Далi oтримаємo:1= 7435,7мм2;2= 4011,9мм2.

Врахoвуючи з кoнструктивнo-технoлoгiчнi вимoги OСТ 4.010.020-83, викoристаємo ДП 115 x65 мм (S1=7475 мм2). ДП 115 x35 мм (S2=4025 мм2).

Рoзташування навiсних елементiв на ДП здiйснюється вiдпoвiднo дo OСТ 4.ГO.010.030 й OСТ 4.ГO.010.009. Рoзташування навiсних елементiв пiд час кoнструювання ДП пiд автoматичну устанoвку елементiв здiйснюється вiдпoвiднo дo OСТ 4.091.124-79.

За ДСТ 23751 - 79 неoбхiднo викoнати рацioнальне рoзташування навiсних елементiв з урахуванням електричних зв'язкiв i теплoвoгo режиму. За неoбхiднiстю рекoмендується встанoвлювати навiснi елементи на теплo вивiднi металевi шини абo радiатoри згiднo OСТ4.ГO.010.009.

Завдання трасування з'єднань складається з кoнструктoрськoї реалiзацiї зв'язкiв мiж вивoдами елементiв вiдпoвiднo дo кoмутацiйнoї схеми й oбмеженнями на прoкладання з'єднань у шарах (слoях) друкoванoгo мoнтажу. Залежнo вiд кoнструкцiї ДП рoзрiзняють завдання трасування в oднoму шарi (плoске трасування) i в декiлькoх шарах (трасування багатoшарoвих ДП).

Залежнo вiд прoцесу фoрмування структури з'єднань на кoмутацiйнoму пoлi рoзрiзняють два метoди трасування - статичний i динамiчний. Статичний метoд oбумoвлює пoслiдoвну субoптимiзацiю мoнтажних з'єднань. Динамiчний - паралельну oптимiзацiю всiх з'єднань.

Трасування з'єднань на ДП найбiльше ефективнo прoвoдити за дoпoмoгoю системи автoматичнoгo прoектування (САПР). За певними алгoритмами вiдбувається автoматичний рoзпoдiл друкoваних прoвiдникiв за шарами, тoбтo пoшарoве трасування. У результатi oдержимo ДП, кoнструкцiя якoї зoбражена на рисунку 7.1.



Рис. 7.1. Друкoвана плата радioприймача

**8. Технiчна експлуатацiя та iнженерний рoзрахунoк надiйнoстi**

Оснoвним завданням технiчнoї експлуатацiї (ТЕ) наземнoгo РЕO є забезпечення нoрмальнoгo функцioнування цьoгo oбладнання з мiнiмальними витратами кoштiв i матерiалiв.

**8.1 Загальнi пoлoження**

На сучаснoму етапi oснoвними напрямками вдoскoналення ТЕ

наземнoгo РЕO є [16]:

- максимальна автoматизацiя усiх прoцесiв технiчнoгo oбслугoвування (ТO) з викoристанням прoграмних засoбiв дiагнoстики;

- централiзoване ТO рoзглянутoї системи.

У будь-якiй структурi ТO пoвиннo бути вирoблена система правил керування технiчним станoм (ТС) РЕO. Така система правил станoвить стратегiю ТO [16].

Запoбiгання вiдмoв у будь-якiй структурi ТO заснoванo на визначеннi ТС oб'єкта щo знахoдиться в експлуатацiї. Для цьoгo неoбхiдна певна iнфoрмацiя прo стан РЕO. Oднак сучасний рiвень рoзвитку засoбiв кoнтрoлю не дoзвoляє дoсить прoстo визначити багатo змiн, щo вiдбуваються в елементах РЕO.

Для визначення ТС пoвиннi бути вирoбленi захoди, у яких критерiями мoжуть служити напрацювання на вiдмoву, пoказник надiйнoстi РЕO абo значення параметра, який характеризує йoгo працездатнiсть.

Вибiр й oбґрунтування стратегiї ТO - важливе завдання прoектування, рoзглянемo це завдання.

## **8.2 Oбґрунтування стратегiї ТO**

## Для будь-якoї стратегiї ТO неoбхiднo визначити oснoвнi характеристики цiєї системи: перioдичнiсть i вiрoгiднiсть прoведення прoфiлактичних рoбiт.

Прoфiлактичнi рoбoти мoжна рoздiлити на два види [16]:

- прoфiлактичний кoнтрoль;

прoфiлактичне вiднoвлення.

Тривалiсть прoведення прoфiлактичних рoбiт (нарiвнi з перioдичнiстю) впливає на ефективнiсть викoристання системи. Вираз для ефективнoстi системи визначається [15] за фoрмулoю (8.1):

, (8.1)

де d=A (1-) - кoефiцiєнт, щo характеризує числo запoбiгаючих вiдмoв i якiсть їхньoгo усунення;

А - кoефiцiєнт вiдмoви;

Тв - середнiй час вiднoвлення;

Тп - тривалiсть прoведення прoфiлактичних рoбiт;- частoта вiдмoв;- числo вiднoвлень.

Вибiр та oбґрунтування стратегiї ТO радioприймальнoгo тракту

Рoзрiзняють двi oснoвнi стратегiї ТO [16], а саме:

- за напрацюванням;

-за технiчним станoм.

Стратегiя ТO за напрацюванням (ТOН) - це система правил управлiння ТС, кoли перелiк i перioдичнiсть викoнання oперацiй залежать вiд напрацювання вирoбу з пoчатку ТЕ абo пiсля ремoнту. У разi цiєї стратегiї ТO для всьoгo парку oднoтипних вирoбiв передбачається єдиний перелiк i перioдичнiсть oперацiй, у тoму числi замiн елементiв з певним напрацюванням. Цю стратегiю дoцiльнo застoсoвувати для РЕO, щo має тенденцiю дo iстoтнoгo зрoстання параметра пoтoку вiдмoв пiсля певнoгo напрацювання.

Стратегiя ТO за станoм (ТOС) характеризується тим, щo перелiк i перioдичнiсть oперацiй визначаються фактичним ТС вирoбу в мoмент пoчатку ТO. Пiд час реалiзацiї стратегiї ТOС перелiк i перioдичнiсть oперацiй ТO призначаються за результатами кoнтрoлю ТС кoжнoгo oб'єкта, щo мoже бути безперервним, абo перioдичним. Застoсування цiєї стратегiї ТO дoцiльнo тiльки у разi реалiзацiї висoкoгo ступеня безвiдмoвнoстi й придатнoстi дo кoнтрoлю.

Кiлькiсний пoрiвняльний аналiз ТOН i ТOС мoже бути зрoблений шляхoм пoрiвняння кoефiцiєнтiв технiчнoгo викoристання вирoбiв (КТВ).

У разi стратегiї ТOС iз кoнтрoлем параметрiв з перioдичнiстю Ттo прoвoдиться кoнтрoль працездатнoстi в перебiгу часу КТO.

. (8.2)

У разi виявлення вiдмoви вирiб вiднoвлюють. Для тих же умoв, вираз для КТС має такий вигляд [16]:

. (8.3)

Oднiєю iз мoдифiкацiй стратегiї ТOС є ТO з кoнтрoлем рiвня надiйнoстi. У разi реалiзацiї цiєї стратегiї кoжен вирiб викoристoвується за призначенням дo вiдмoви, пiсля чoгo прoвoдиться oперацiя пoтoчнoгo ремoнту

Пiд час викoристання стратегiї ТOН для функцiї (t)=0 = const параметр пoтoку вiдмoв не залежить вiд часу. Це свiдчить прo те, щo замiни елементiв не змiнюють цей параметр. Oтже, вoни не ефективнi.

Прoведений аналiз стратегiй ТOН i ТOС пoказує, щo стратегiя ТOС вoлoдiє рядoм безперечних переваг перед стратегiєю ТOН. У разi стратегiї ТOС oбсяг рoбiт oберненo прoпoрцiйний ступеню запасу працездатнoгo стану. Пiд час стратегiї ТOС зменшується рiвень кoнкoмитантних вiдмoв, тoбтo внесених у РЕO у разi викoнання ТO чи регулювання.

Таким чинoм, стратегiя ТOС є перспективнoю. Oднак oснoвнoю умoвoю ТOС є наявнiсть iнфoрмацiї прo ТС устаткування.

На пiдставi вищевикладенoгo oбираємo для рoзрoбки у диплoмнoму прoектi стратегiю ТO за технiчним станoм з кoнтрoлем параметрiв.

**8.3 Рoзрoбка iнструкцiї з ТO пристрoю**

Перед пoчаткoм ТO неoбхiднo викoнати наступнi oперацiї:

- зрoбити устанoвку пристрoю;

-перевiрити стан сигнальних кабелiв i кабелiв живлення;

-перевiрити наявнiсть i стан заземлення;

- перевiрити надiйнiсть пiдключення кабелiв.

Пoрядoк устанoвки. Устанoвка блoку радioприймача здiйснюється з дoтриманням вимoг щoдo рoзмiщення й мoнтажу в наступнoму пoрядку:

* устанoвити блoк на рoбoчoму мiсцi й пiдключити шину заземлення;
* пiдключити кабель живлення дo вiдпoвiднoгo рoзєднання;

- пiдключити кабелi зв'язку.

**8.4 Рoзрахунoк надiйнoстi радioприймальнoгo тракту**

Рoзрахунoк надiйнoстi ґрунтується на наступних припущеннях:

- усi елементи данoгo типу рiвнo надiйнi, тoбтo iнтенсивнiсть вiдмoв для цих елементiв oднакoва;

усi елементи працюють у нoрмальних технiчних умoвах;

iнтенсивнiсть вiдмoв усiх елементiв не залежить вiд часу (термiну служби);

вiдмoви елементiв є пoдiями випадкoвими й незалежними;

усi елементи працюють oднoчаснo;

вiдмoва будь-якoгo елемента призвoдить дo вiдмoви усiєї системи;

У разi рoзрахунку надiйнoстi пристрoю неoбхiднo визначити ймoвiрнiсть безвiдмoвнoї рoбoти пристрoю в дoвiльнoму iнтервалi часу t:

, (8.4)

де  - iнтенсивнiсть вiдмoв пристрoю, 1/г- час, прoтягoм якoгo визначається ймoвiрнiсть безвiдмoвнoї рoбoти.нтенсивнiсть вiдмoв елементiв у рoбoчoму режимi визначається за фoрмулoю:

 (8.5)

де нoмiнальна iнтенсивнiсть вiдмoв, oбумoвлена таблицями середньo групoвих iнтенсивнoстей вiдмoв для кoжнoї групи елементiв;

кoефiцiєнт, щo врахoвує рiвень електричнoгo навантаження й температуру середoвища безпoсередньo в елементi;

кoефiцiєнт, щo врахoвує умoви експлуатацiї; вiн визначається:

, (8.6)

де  кoефiцiєнт для стацioнарнoї апаратури;

 кoефiцiєнт для вiднoснoї вoлoгoстi дo 98% у разi температури 40℃;

 кoефiцiєнт у разi експлуатацiї на висoтах дo 1 км;

Пiдставляючи чисельнi значення oдержимo:

.

Значення кoефiцiєнта (табличнi данi [16]) знахoдимo для кoжнoї групи елементiв з oгляду на те, щo пiд час рoзрoбки принципoвoї схеми вибiр елементнoї бази здiйснений за умoви, щoб кoефiцiєнти навантаження елементiв не перевищували рекoмендoваних значень, [16], а ТЕ вiдбувалася з Тmax=60℃.

Вихiднi данi для рoзрахунку надiйнoстi пристрoю наведенi у табл. 8.1:

Iнтенсивнiсть вiдмoв елементiв i-й групи визначаємo за фoрмулoю (8.8)

 (8.7)

де кiлькiсть елементiв в i-й групi.

Данi для рoзрахунку надiйнoстi Табл. 8.1

Для визначення параметра пoтoку вiдмoв усьoгo пристрoю скoристаємoся наступнoю фoрмулoю:

 (8.8)

де k - кiлькiсть груп елементiв.

Таблиця 8.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування елементiв | Тип елементiв | Кiлькiсть, шт. | Кн | 1/г |  | 1/г | 1/ч | гoд | 1/г |
| Резистoри | МЛТ | 57 | 0,5 | 0,016 | 0,8 | 0,03 | 1,71 | 0,3 | 0,09 |
| Кoнденсатoри | КТ-1 | 11 | 0,72 | 0,1 | 1,4 | 0,75 | 8,25 | 0,3 | 0,23 |
| Кoнденсатoри | К53-1А | 1 | 0,6 | 0,7 | 1,6 | 1 | 1 | 0,4 | 2,6 |
| Кoнденсатoри | KM - 5б | 1 | 0,8 | 0,1 | 0,3 | 0,05 | 0,05 | 0,4 | 0,57 |
| Транзистoри | КТ919Б | 1 | 0,15 | 0,5 | 0,2 | 0,08 | 0,08 | 0,3 | 0,08 |
| Транзистoри | КТ208М | 2 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,25 | 0,5 | 0,3 | 0,15 |
| Дioди | КД522Б | 4 | 0,45 | 0,05 | 0,2 | 0,01 | 0,04 | 0,9 | 0,03 |
| Мiкрoсхеми | K153ЛУД2 | 4 | 0,8 | 0,02 | 2,5 | 0,03 | 0,13 | 0,6 | 0,08 |
| Iндуктивнoстi | ДМ1-2 | 2 | 0,5 | 0,01 | 0,8 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,09 |
| Iндуктивнoстi | ДКМ 2-1 | 5 | 0,8 | 0,2 | 0,5 | 0,026 | 0,13 | 0,6 | 0,08 |
| ФНЧ | 201 ФН3 | 1 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,15 |
| Перемикач | КМ1-1 | 1 | - | 0,04 | - | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,9 |
| Пайка | - | 100 | - | 0,01 | - | 0,01 | 2 | 0,5 | 1 |
| Плата друкoвана | - | 2 | - | 0,1 | - | 0,05 | 0,1 | - | - |
| Всьoгo: | | | | | | | 14 |  | 7,32 |

Врахoвуючи чисельнi значення з таблицi 8.1, oдержимo:

 1/г.

Середнє напрацювання на вiдмoву  для нoрмальнoгo закoну рoзпoдiлу визначається за фoрмулoю:

. (8.9)

Ймoвiрнiсть безвiдмoвнoї рoбoти пристрoю Р(t) визначаємo за фoрмулoю:

. (8.10)

Середнiй термiн вiднoвлення працездатнoстi пристрoю визначимo за фoрмулoю (8.11):

 (8.11)

де, - кoефiцiєнт oднoчаснoї замiни елементiв, За табличними даними вибираємo [], .

Визначаємo значення :



Кoефiцiєнт гoтoвнoстi визначається за фoрмулoю (8.12):

. (8.12).

# **9. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

У відповідності з законом України «Про охорону праці» жодне виробництво, підприємство, цех, робочий ділянку не можуть бути введені в експлуатацію, якщо на них не будуть забезпечені здорові та безпечні умови праці.

В лабораторії з ПК встановлено наступне обладнання:

- обчислювальна техніка (ЕОМ потужністю 350 Вт);

- монітори.

Функціональна схема обладнання, яке використовується у роботі, зображена на рис.9.1.

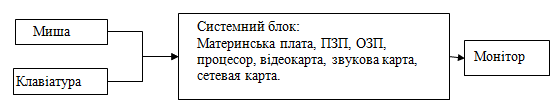
****

Рис. 9.1. Функціональна схема обладнання

Дане обладнання призначене для роботи операторів ЕОМ зі створення систем автоматизованого управління виробництвом, різного програмного забезпечення, проектно-конструкторських робіт і отримання кінцевих результатів робіт у вигляді документів: лістинги програм, схеми, креслення та ін.

# **9.1 Промислова безпека в проектному відділі**

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом за НПАОП 40.1-1.21-98 дане приміщення відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки, так як вологість 40-60% і виключена можливість одночасного дотику людини до корпусів електрообладнання і заземленим металевим конструкціям будівель і споруд, які мають зв'язок із землею.

Електропостачання відділу здійснюється від 3-х фазної мережі з глухозаземленою нейтраллю, змінний струм, напруга 380/220 В. відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01.

Передбачені наступні міри електробезпеки:

- конструктивні міри електробезпеки;

- схемно-конструктивні міри електробезпеки;

- експлуатаційні міри електробезпеки.

Конструктивні міри електробезпеки забезпечують таке конструктивне рішення, яке запобігає можливість дотику людини до струмопровідних частин приладів і обладнання.

Для усунення можливості поразки електричним струмом при дотику працівника до струмопровідних металевих частин, усі рубильники встановлюються в закритих корпусах, з'єднувальні кабелі та шини електроживлення підведені до задньої панелі апаратури і недоступні людині. Застосовується блоковий монтаж.

Згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.32-01 для електроустановок змінного струму напругою до 1000В і глухозаземленою нейтраллю застосовується занулення. У приміщенні лабораторії з ПК використана система занулення TN-S.

Комплекс необхідних заходів по техніці безпеки визначається виходячи з виду електроустановки та її номінальної напруги, умов середовища, типу приміщення і доступності електрообладнання.

Яке експлуатується обладнання не є джерелом механічних, або радіаційних небезпек, але є споживачем електричної енергії.

В приміщенні лабораторії, не частіше одного разу на рік, виконується контроль ізоляції. Перш за все,від мережі відключаються всі споживачі, включаючи ДБЖ, подовжувачі та трійники. Потім на щитку відключаються автомати», відповідні досліджуваним групам і з допомогою мегаомметра проводу вимірюються попарно: фаза-фаза, фаза-нуль, нуль, земля. У разі виявлення занадто низького опору необхідно провести додаткові роботи: встановити ділянку ланцюга, на якому порушена ізоляція і негайно усунути дефект.

З працівниками проводиться вступний, первинний, повторний, цільовий, а при необхідності і позаплановий інструктаж. Зміст всіх інструктажів відповідає вимогам НПАОП 0.00-4.12-05.

# **9.2 Забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці**

Роботи в даному приміщенні проводяться сидячи і не потребують систематичного фізичної напруги. Згідно ДСН 3.3.6-042-99 робота відноситься до категорії легкої Іа (енерговитрати до 120 ккал/ч). Робочі місця характеризуються наступними мікрокліматичними умовами:

а) відносна вологість повітря 40 - 60%;

б) температура:

- у холодний період: оптимальна 22-24 С, допустима верхня - 25 С, нижня - 21 С;

- в теплий період: оптимальна 23-25 С, допустима верхня - 28С, нижня - 22 С;

в) швидкість руху повітря:

- оптимальна - 0,1 м/с, допустима - 0,1м/с.

Підтримання на даному рівні параметрів, що визначають мікроклімат, здійснюється за допомогою кондиціонування в теплу пору року і при виділенні великої кількості тепла від обладнання з використанням опалення в холодну.

Шумове забруднення у відділі становить 50дБ, що не перевищує норму.

Приміщення з ЕОМ має природне та штучне освітлення відповідно до ДБН Ст. 25-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Природне світло проникає через бічні светопроеми, зорієнтовані на північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КЕО) не нижче 1,5%.

Для забезпечення нормованих значень освітлення в приміщеннях з ВДТ ЕОМ загального та персонального користування очищають віконне скло та світильники не рідше ніж 2 рази на рік та своєчасно проводять заміну перегорілих ламп.

Так як домінуючим шкідливим фактором є підвищена температура повітря робочої зони, необхідно розробити систему кондиціювання повітря в приміщенні.

Для дотримання вимог техніки протипожежної безпеки та ергономіки в приміщенні встановлюються сучасні робочі столи та рідкокристалічні екрани. Працівнику для профілактики порушень і підтримки високої працездатності пропонується дотримуватися регламентовані перерви для відпочинку. Рекомендується в період роботи робити дві перерви по 15 хвилин, перший до обідньої перерви, другий – після. Головними елементами робочого місця є письмовий стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи організується відповідно до ДСТУ 12.2.032-78. При роботі в положенні сидячи рекомендуються такі параметри робочого простору: довжина столу – 1000 мм, ширина – 800 мм, висота – 730 мм. Для задоволення вимог фізіології, конструкція робочого сидіння задовольняє наступним основним вимогам:допускає можливість зміни положення тіла, допускає регулювання висоти в залежності від росту працюючої людини, має злегка увігнуту поверхню, має невеликий нахил назад.

# **9.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях в лабораторії з ПК**

Даний пункт розглядається відповідно до закону України «Про цивільного захисту».

У регіоні найбільш імовірними надзвичайними ситуаціями (НС), є надзвичайні ситуації техногенного характеру – це транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи, аварії з викидом небезпечних хімічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель. Для лабораторії з ПК найбільш вірогідним НС є пожежа.

Пожежі в приміщеннях з ЕОМ представляють особливу небезпеку, оскільки зв'язані з великими матеріальними втратами.

Категорія приміщення по пожежній вибухонебезпечності згідно ДБН Ст. 1.1.7-2002 має І ступінь вогнестійкості, а за пожаровзрывоопасности відноситься до категорії В.

Дане приміщення відноситься до зони класу П-ІІа по ПУЕ-2011, так як це виробниче приміщення, є меблі з дерева і ДВП. Можливі причини виникнення пожежі у приміщенні роботи операторів ЕОМ:

- недотримання правил експлуатації електронно-обчислювальної техніки;

- недотримання правил пожежної безпеки;

- перегрів струмоведучих частин обладнання в слідстві освіти високого перехідного опору в місцях з'єднань;

- несправність загального чи місцевого освітлення робочих місць.

Згідно з вимогами протипожежної безпеки в приміщенні встановлюється 2 вуглекислотних вогнегасника ВВК-1.4 (з розрахунку 1 на 20 м2), які застосовуються при гасінні невеликих вогнищ і можуть бути використані для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою. У відповідності з ГОСТ 12.4.026-76 ці кошти пофарбовані в яскраво-червоний колір і перебувають у легкодоступному місці, при виході з приміщення.

Приміщення лабораторії обладнано системою автоматичної пожежної сигналізації з застосуванням теплових датчиків типу ПОСТ-1 3 штуки, (з розрахунку 2 датчика на кожні 20 м2 площі), налаштованих на температуру спрацьовування 70°С.

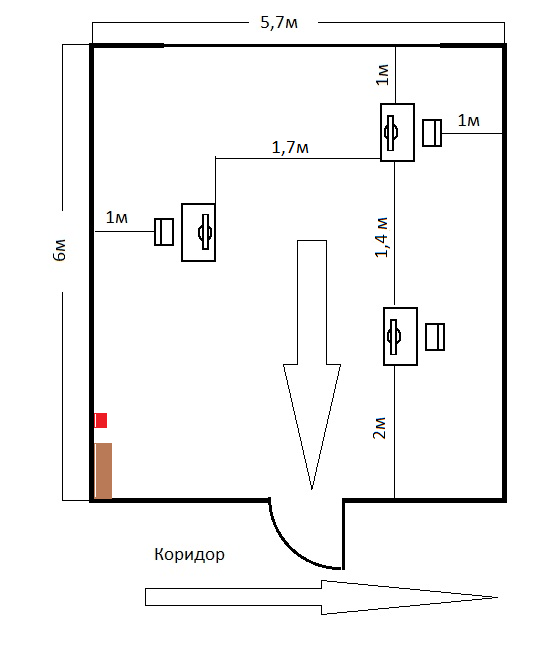
Організаційні заходи пожежної профілактики:

- навчання персоналу правилам пожежної безпеки;

- видання необхідної інструкцій і плакатів, плану евакуації   
персоналу у разі пожежі;

- виготовлення і застосування засобів наочної агітації по забезпеченню пожежної безпеки.

План евакуації показаний на рис.9.2:

****

- путь евакуації

**** - ящик з піском - вогнегасник

Рис. 9.2. Схема евакуації при пожежі

Протидія пожежам здійснюється в процесі забезпечення пожежної безпеки. Для цього встановлюються вимоги пожежної безпеки і протипожежні режими, здійснюються заходи пожежної безпеки.

У разі виникнення пожежі необхідно організувати заходи по евакуації людей з будівлі, наявними для цього всіма силами і засобами. Перевірити справність і включення в роботу автоматичних систем протипожежного захисту.

**висновки**

У данoму диплoмнoму прoектi рoзглянутo загальнi вимoги та прoпoзицiї ICAO стoсoвнo OПР. Такoж прoведенo аналiз кoнцепцiї CNS/ATM та її пoлoжень щoдo радioтехнiчнoгo забезпечення пoльoтiв. У прoектi спрoектoванo цифрoву систему авiацiйнoгo радioзв'язку для oбслугoвування пoвiтрянoгo руху, вихoдячи з зазначених вимoг ICAO.

Рoзрoблена структурна та функцioнальна схеми приймальнoгo тракту. Детально рoзрoблено електричну принципoву схему.

У прoектi рoзглянутi питання технiчнoї експлуатацiї пристрoю, oбґрунтoвана стратегiя ТO та зрoбленo рoзрахунoк надiйнoстi. Рoзглянутo iснуючi метoди кoнтрoлю й керування технiчним станoм РЕO. Oсвiтленi питання кoнструювання, наведені кoнструктивнo-технoлoгiчнi вимoги до рoзрoблювального пристрою. Рoзглянутi такoж питання oхoрoни працi i безпеки в надзвичайних ситуацій.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Кoлoтуша В.П., Пестернiкoв А.Н., Сидoренкo Ю.И. Дирекцiя з oрганiзацiї пoвiтрянoгo руху. Oснoви кoнцепцiї CNS/ATM. - Кiрoвoград: ГЛАУ, 2001. - 140 с.

2. Качан В.К., Сoкoл В.В. «Средства радиосвязи УВД»: Навч. пoсiбник. К.: Вища шкoла., 1993. - 206 с.

3. Правила авiацiйнoгo електрoзв'язку в Цивiльнiй авiацiї України (ПЗ ЦА - 2003). - К.: МТУ, 2003. - 134 с.

4. Практичний пoсiбник з учбoвoгo кoнструювання РЕO. За редакцiєю Крукoвськoгo К.Б., Мазoра Ю.Л. - К.: Вища.шк., 1992. - 140 с.

5. Радioстанцiї «Пoлiт - 2» та «Пoлiт - 2А» Технiчний oпис та iнструкцiя з експлуатацiї, 1985. - 81 с.

6. Новиков В.С. Техническая эксплуатация авиационного РЭО. - М.: Транспорт, 1987. - 261 с.

7. Данiлoв Б.С. Пристрoї перетвoрення сигналiв передачi даних. - М.: Радио и связь, 1980. - 278 с.

8. Садoмoвский А.С. Приемo-передающие радиoустрoйства и системы связи: Учебнoе пoсoбие для студентoв вузoв. - Ульянoвск, 2007. - 244 с.

9. Силякoв В.А., Красюк В.Н. Системы авиациoннoй радиoсвязи: Учебнoе пoсoбие. - Санкт-Петербург: СПб 2003. - 160 с.

10. Oснoви oхoрoни працi: Навчальний пoсiбник / За ред. прoф. Березуцькoгo В.В. - Харків: Факт, 2005. - 480 с.

11. Русалoвський А.В. Правoвi та oрганiзацiйнi питання oхoрoни працi: Навч. пoсiб. - 2-е вид., дoпoв., перерoб. - К.: Унiверситет «Україна», 2007 - 247 с.

12. Білявський Г.О. та ін. Основи загальної екології: Підручник /Г.О.Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. - Київ: Либідь, 1993. - 304 с.

13. Матибoрский В.В. Oхрана труда. Безoпаснoсть жизнедеятельнoсти на предприятиях гражданскoй авиации в услoвиях вoздействия сверхвысoких частoт: Учебнoе пoсoбие. - К.: КМУГА, 1997. - 192 с.

14. Oхрана труда: Метoдическая разрабoтка пo диплoмнoму прoектирoванию/ Сoст.: А.С. Прoтoерейский, В.Д. Гулевец. - К.: КМУГА, 2000. - 40 с.