

**УЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ АВИАЦИЯ ИНСТИТУТИ
ФУҚАРО АВИАЦИЯ ФАКУЛЬТЕТИ

«УЧИШ АППАРАТЛАРИ ВА АЭРОПОРТЛАРНИНГ
РАДИОЭЛЕКТРОН ЖИҲОЗЛАРИ» КАФЕДРАСИ



А. Абдукаюмов

**«УЧИШ АППАРАТЛАРИНИНГ
РАДИОЭЛЕКТРОН ЖИҲОЗЛАРИ»**

ТОШКЕНТ – 2007 йил

**А. Абдукаюмов, «Учиш аппаратларининг
радиоэлектрон жиҳозлари», дарслик,
Тошкент, ТДАИ, 2007 йил.**

«Учиш аппаратларининг радиоэлектрон жиҳозлари» дарслиги учиш аппаратларида кўлланиладиган радиоалоқавий, радиолокацион ва радионавигацион жиҳозларнинг тузилиши, ишлаш негизи, вазифалари, параметр ва характеристикалари тўғрисидаги асосий маълумотларни урганишга бағишланган.

Дарсликда радиоэлектрон жиҳоз куриш асослари, узоқдан ва яқиндан радиоалоқа жиҳозлари, радиолокацион жиҳоз куриш асослари, радиолокацион станциялар, иккиламчи радиолокатор, йўл тезлиги ва оғиш бурчаги доплер ўлчагичи, яқиндан навигация жиҳозлар, радиобаландлик ўлчагич, қўндирувчи радиожиҳоз, автоматик радиокомпас, радиоузоқлик ўлчагич ва бортдаги навигацион мажмуа тўғрисидаги барча тушунчалар тўла ёритилган.

Дарслик авиация соҳасида фаолият кўрсатувчи мутахассислар, радиоэлектрон жиҳозларни ўрганиши лозим бўлган институт ва колледж талабаларига мулжалланган.

Дарслик Тошкент Давлат Авиация Институти услубий кенгаши томонидан чоп этишга тавсия этилган.

Баённома № ____ декабрь 2006 й.

МУНДАРИЖА.

МУНДАРИЖА.	3
КИРИШ	5
I БОБ. РАДИОЖИҲОЗ КУРИШ АСОСЛАРИ.	7
§ 1.1 Радиосигналлар.	7
§ 1.2 Радиосигнал ҳосил қилувчи ва узатувчи қурилмалар	11
§ 1.3 Радиосигнал қабул қилувчи ва қайта ишловчи қурилмалар	15
§ 1.4 Учиш аппаратларининг радиоэлектрон жиҳозлари синфланиши ва вазифалари.	16
II БОБ. РАДИОАЛОҚА ЖИҲОЗЛАРИ.	20
§ 2.1 Авиацион алоқа ҳақида асосий тушунчалар.	20
§ 2.2 Авиацион алоқа ташкил қилиш асослари.....	22
§ 2.3 Учиш аппаратлари радиоалоқа қурилмаларининг таркибий қисмлари ва параметрлари	24
§ 2.4 Учиш аппарат ичидаги алоқа воситалари.....	27
§ 2.5 Радиоалоқавий станция таркибий қисмлари ва уларнинг вазифалари...	29
§ 2.6 Узокдан алоқа радиостанциялари	32
§ 2.7 Яқиндан алоқа радиостанциялари	36
§ 2.8 Р-855 радиостанцияси.....	38
§ 2.9 Самолет магнитофони «Арфа-МБ».....	41
§ 2.10 Экипаж сўзлашувларини ёзиб олувчи қурилма «Марс-БМ»	43
III БОБ. РАДИОЛОКАЦИОН ЖИҲОЗЛАР.....	45
§ 3.1 Радиолокациянинг асосий тушунчалари	45
§ 3.2 Радиолокацион станция куриш негизи	47
§ 3.3 Бортдаги метеонавигацион радиолокацион станция «Гроза».....	50
§ 3.4 Самолет жавобқайтаргичлари.....	53

§ 3.5 СО-72М жавобқайтаргичи.....	57
§ 3.6 Учиш аппарати давлатга карашлилигини аниқловчи тизим 6201	59
§ 3.7 Йўл тезлиги ва оғиш бурчаги доплер ўлчагичи	61
§ 3.8 Ҳаводаги тўкнашувни олдини олувчи тизим TCAS-2000	67
IV БОБ. РАДИОНАВИГАЦИОН ЖИҲОЗЛАР.	72
§ 4.1 Радионавигациянинг умумий тушунчалари.....	72
§ 4.2 Учишнинг ҳақиқий баландлигини ўлчаш негизи	74
§ 4.3 РВ-5 радиобаландликўлчагич	76
§ 4.4 Кўндирувчи радиоаппаратура ILS.....	78
§ 4.5 Автоматик радиокомпас АРК-25.....	80
§ 4.6 Радиоаппаратура VOR	85
§ 4.7 Радиоузоклик ўлчагич DME.....	86
§ 4.8 Яқиндан навигация жиҳозлари. РСБН-7С.....	88
§ 4.9 Бортдаги Рақамли учиш-навигация мажмуаси ЦПНК-114	91
Фойдаланилган адабиётлар.....	94

КИРИШ

Замонавий учиш аппаратлари мураккаб об-ҳаво шароитида, йилнинг ҳамма фаслларида, кечаю-кундуз учиш-қўниш ишларини бажарувчи, ҳаводаги кемалар ҳаракатини бошқарувчи ва ҳавфсиз учишни таъминловчи кўп амаллар бажарадиган мураккаб техник жиҳозлар билан жиҳозланганлар. Улар ичида энг асосийлари радиоэлектрон жиҳозлар бўлиб ушбу дарсликда улар тўғрисида асосий маълумотлар берилган.

Учиш аппаратининг тўхтаб турган жойидан бошлаб учиш йўлига чиқиши, баландликка кўтарилиши, баландликда учиши, қўнишга пасайиши, ерга қўниши ва турар жойига бориб тўхташигача бўлган барча ишлар ҳозирги кунда авиацион радиоэлектрон жиҳозлар ёрдамида бажарилмоқда.

Бундай ишларни бажаришда авиацион радиоэлектрон жиҳозлар радиосигналларни ҳосил қилиш, атрофга узатиш, атрофдан қабул қилиб олиш, бир турдан иккинчи турга айлантириш (ишлов бериш) каби ходисаларга асосланган бўлади. Радиосигналлар юқори частотали электр сигнали бўлиб уларга маълумот (хабар) жойлаштирилган бўлади. Масалан, хонага бирон радиоқабулқилгич қўйилга бўлса, у маълум частотали сигнални қабул қилиб олиб уни керакли сигналга, масалан, товушга айлантириб беради.

Бизни ўраб турган муҳитда бир-бирларидан параметрларининг (частота, фаза, амплитуда, импульс кенглиги) қиймати билан фарқ қиладиган чексиз радиосигналлар мавжуд.

Авиацион радиоэлектрон жиҳозларда ишлатиладиган радиосигналларнинг частоталар оралиғи қуйидаги жадвалда келтирилган.

№	Частота оралиғи номи	Частота оралиғи	Тўлқин узунлиги.
1.	Ута узун тўлқинлар	3 Гц ÷ 30 кГц	100 км ÷ 10 км.
2.	Узун тўлқинлар	30 Гц ÷ 300 кГц	10 км ÷ 1 км
3.	Урта тўлқинлар	300 кГц ÷ 3000 кГц	1 км ÷ 100 м
4.	Қисқа тўлқинлар	3 МГц ÷ 30 МГц	100 м ÷ 10 м
5.	Метрли тўлқинлар	30 МГц ÷ 300 МГц	10 м ÷ 1 м
6.	Дециметрли тўлқинлар	300 МГц ÷ 3 ГГц	1 м ÷ 1 дм
7.	Сантиметрли тўлқинлар	3 ГГц ÷ 30 ГГц	1 см ÷ 1 см
8.	Миллиметрли тўлқинлар	30 ГГц ÷ 300 ГГц	1 см ÷ 1 мм

Радиоэлектрон жиҳозда ишлатиладиган сигналлар учун частоталар оралиғи радиотўлқинларнинг тарқалиши, танланган частота оралиғида ҳалакитларнинг мавжудлиги, ҳалакитларнинг тури, даражаси ва радиожиҳозларнинг вазифаларидан келиб чиққан ҳолда танлаб олинади.

Авиацион радиожиҳозлар ўрнатиладиган жойларига қараб учувчи аппаратда турувчи ва ерда турувчи турларига бўлинадилар.

Учувчи аппаратларда турувчи жиҳозларга қўйилган талаб уларнинг ўлчамлари ва оғирлиги кам бўлиши керак. Ердагиларига эса ўлчам ва

оғирлиги аҳамиятга эга эмас. Лекин ердаги битта жиҳоз керакли аниқликда бир неча вазифаларни бажара олиши керак. Бунинг учун унинг чиқиш қуввати ҳам катта бўлиши керак бўлади.

Учувчи аппаратларда турувчи жиҳозлар ҳам, ерда турувчи жиҳозлар ҳам бажарадиган вазифаларига қараб шартли равишда радиоалоқа, радиолокация ва радионавигация жиҳозларига бўлинадилар. Учиш-қўниш ишларини бажаришда улар биргаликда ишлатиладилар.

Радиоалоқа жиҳозлари учуш аппарат экипажи билан ердаги бошқарув пункти хизматчилари орасида, учуш аппаратлар экипажлари орасида ва бошқарув пункти хизматчилари орасидаги хабарлар алмашиш учун алоқа боғлашда ишлатилади.

Радиолокация жиҳозлари учуш аппаратларининг учуш жараёнида содир бўладиган тўсиқларни аниқлашда, ҳаракатдаги нишонни кузатишда ва аниқлашда, кучли метеоходисаларни аниқлашда ишлатиладилар.

Радионавигация жиҳозлари учувчи аппаратнинг учушдаги параметрларини (учуш баландлиги, узоқлиги, тезлиги, курси, оғиш бурчаги, азимут) ўлчаш ва керак бўлса ўзгартириш ва ҳаводаги учувчи аппаратлар ҳаракатини бошқариш каби ишларни бажаришда ишлатиладилар.

Ҳозирги кунга келиб авиацион радиожиҳозлар алоҳида-алоҳида вазифаларни бажариш билан бирга бир вақтнинг ўзида турли вазифаларни ҳам бажарадилар. Уларнинг ишларини эса замонавий компьютерлар бошқаради. Замонавий учувчи аппаратларнинг учушини бошқариш жиҳозлари мажмуа сифатида қаралади. Бундай мажмуаларни ўрганадиган фан авионика деб аталади.

Назорат саволлари

1. Радиоэлектрон жиҳозларнинг турларини айтиб беринг!
2. Радиоалоқа жиҳозлар вазифалари нималардан иборат?
3. Радиолокация жиҳозлар вазифалари нималардан иборат?
4. Радионавигация жиҳозлар вазифалари нималардан иборат?
5. Авионика қандай фан?

I БОБ. РАДИОЖИҲОЗ КУРИШ АСОСЛАРИ.

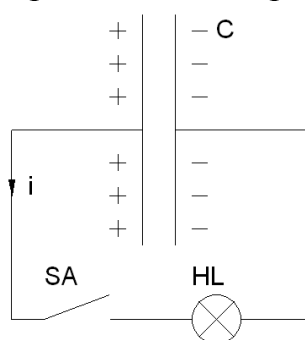
§ 1.1 Радиосигналлар.

Инсоният фаолияти давомида хабарларни узатишдан аввалдан фойдаланиб келганлар. Масалан: олов, тутун ёки барабан товуши орқали хабар узатганлар. Табиатда хабар ташувчи сигналлар турлари жуда кўп.

Хозирги кунда хабар узатиш учун электромагнит тўлқинлардан, яъни радиосигналлардан фойдаланилади. Радиосигналлар фазода тўғри чизикли ва ўзгармас тезлик билан тарқалади. Радиосигнал электр токи ёрдамида ҳосил қилинади.

Радиосигналлар юқори частотали электр сигнали бўлиб, таркибида юқори частотали ташувчи сигнал ва паст частотали хабар сигналлари мавжуд бўлади.

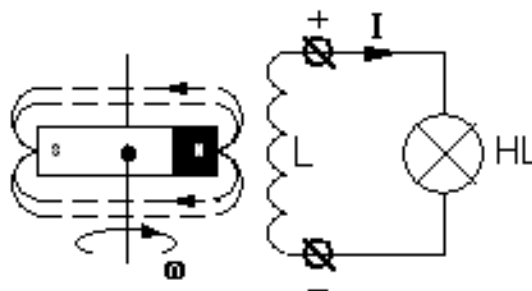
Маълумки, зарядли заррачаларнинг тартибли ҳаракати электр токи деб аталади. Тартибли ҳаракат вақтида заррачалар ўзларининг зарядларини ташиб ўтадилар. Амалда электр токи ҳосил қилиш учун электронларнинг ҳаракати, яъни заряд ташиши ишлатилади.



Расм.1.

Электронлар ҳавосиз жойда, газли муҳитда ва қаттиқ жисмларда ҳаракат қилишлари мумкин. Агар электронларнинг қаттиқ жисмдаги ҳаракатини қарасак, уларнинг бу ҳаракати қаттиқ жисмда электр токи ҳосил қилишини аниқлаймиз. Электр токи ҳосил қилиниши электр сигнали ҳосил қилиниши демакдир. Электр ток манбалари ўзгармас ва ўзгарувчан токли бўлиши мумкин. Ўзгармас ток манбаси (расм.1) батерея пластинкаларидан иборат бўлиб, уларда зарядлар йиғилган бўлади. Улар ҳаракатланиши учун берк занжир ҳосил қилинади. Бунинг учун батерея пластинкаларини қандайдир юклама (ёруглик лампочкаси) орқали улашимиз керак. Электр токи утиши натижасида лампочка ёнади. Бундай электр ток манбаи энергияси тезда тугайди.

Бизнинг ҳаёт фаолиятимиз кечаю-кундуз электр ток манбаидан фойдаланишни тақозо этади. Шу сабабдан доимо электр токи ҳосил қиладиган электростанциялар ихтиро қилинган. Электростанцияларда электр токи **генератор** номли қурилмада ишлаб чиқарилади. Унинг ишлаш негизи ўтказгичдаги зарядли заррачаларнинг ҳаракатига асосланган (Расм.2).



Чўлғамга магнит майдон

Расм.2.

таъсир қилса ундаги электронлар чўлғамнинг бир учига йиғилиб қолади. Агар чўлғам учларини лампочкага уласак лампочка ёниб ўчади, яъни электр токи ҳосил бўлади.

Заряд сонига қараб ёруғлик (яъни электр токи) катта ёки кичик бўлиши мумкин. Янгидан ток ҳосил қилиш учун магнит майдон таъсирини ўзгартиришимиз керак. Бунинг учун магнит майдони айлантиради. Натижада чўлғамдаги зарядлар унинг бошқа учига йиғилади ва яна лампочкага уласак электр токи ўтказди. (лампочка ёнади), яъни лампочкадан тескари йўланишда электр токи оқади. Лампочкадан электр токи доимо ўтиб туриши учун магнит майдонини ω – бурчак тезлиги билан айлантириб туришимиз керак. Бу ҳолда ҳосил бўлган электр токи ўзгарувчан бўлиб математик ёзуви

$$i = I_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi), \text{ кўринишда бўлади}$$

I_m – ўзгарувчан ток амплитудаси (токнинг энг катта қиймати).

f – электр токи частотаси

φ – электр токи фазаси (ток пайдо бўла бошлаш вақти)

Лампочка ёниб ўчишини кўз сезмаслиги учун собиқ иттифоқ худудида электр токи ишлаб чиқарувчи генераторлар учун частота $f = 50$ Гц қабул қилинган. Экспериментал текширишлар натижасида аниқланишича частота ортиши билан генератор ўлчамлари ва оғирликлари камаяр экан. Шу сабабдан Америка худудида ва бошқа айрим чет давлатлар худудларида ишловчи генераторлар учун частота $f = 60$ Гц қабул қилинган.

Шулардан келиб чиққан ҳолда учиш аппаратларида жойлашган ўзгарувчан ток генераторлари частотаси $f = 400$ Гц қийматда қабул қилинган. Яъни учиш аппаратидаги ўзгарувчан ток манбаи частотаси $f = 400$ Гц. Хулоса қилиб айтганда, ўзгарувчан ток тушунчаси бир вақтнинг ўзида амплитуда, фаза ва частота каби тушунчаларни (параметрларни) ўз ичига камраб олган бўлади.

Демак, ўзгарувчан электр токлари бир-бирларидан амплитуда, фаза ва частота каби параметрлари билан фарқ қилар эканлар.

Юқорида биз радиосигнал юқори частотали электр сигнали деб тушунтирган эдик. Энди радиосигнал қандай пайдо қилинишини кўриб чиқамиз.

Радиосигналлар радиоэлектрон жиҳозлар ердамида пайдо қилинади, бир турдан иккинчи турга айлантиради ва ишлов берилади.

Радиосигналларнинг қандайлигига қараб радиоэлектрон жиҳозлар ҳам турли тузилишда бўлади.

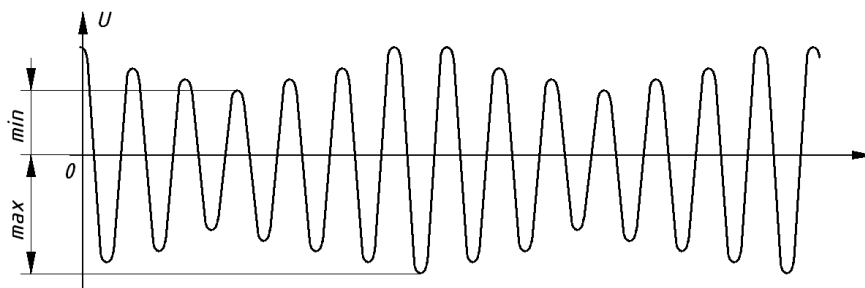
Радиосигналнинг ташувчи ташкил этувчиси юқори частотали синусоидал сигнал бўлиши мумкин. Ташувчи сигналлар юқори частота сигнал генераторлари ёрдамида пайдо қилинади.

Хабар сигнали турли физик жараёнлар ҳақидаги маълумотни ўзида мужассам этган паст частотали электр сигнали бўлади. Масалан, микрофон ёрдамида товуш электр токига айлантирилиб, юқори частотали ташувчи сигналга жойлаштирилади.

Паст частотали хабар сигнални юқори частотали ташувчи сигналга жойлаштириш жараёни **модуляция** деб аталади.

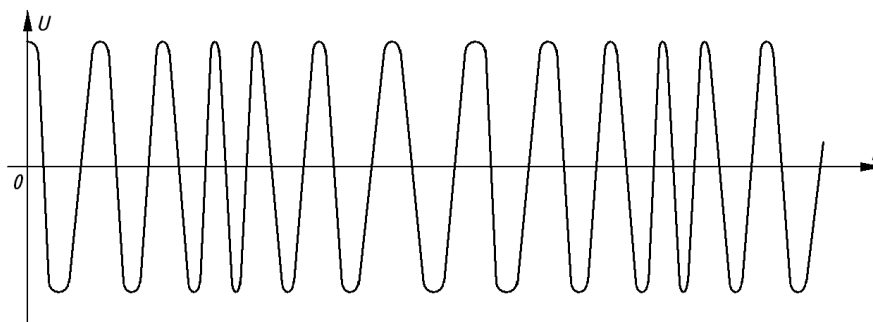
Агар юқори частотали ташувчи сигнал синусоидал бўлса, у ҳолда модуляциянинг қуйидагича турларини ҳосил қила оламиз.

1. Амплитудавий модуляция (расм 3). Модуляциянинг бу турида юқори частотали ташувчи сигналнинг амплитудаси хабар ўзгариш қонуни бўйича ўзгартирилади. Ташувчи сигналнинг частотаси ва фазаси ўзгармай қолади.



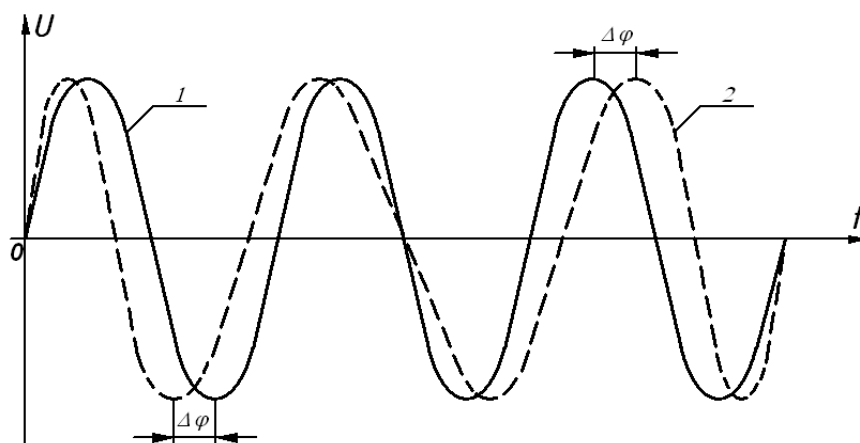
Расм 3. Амплитудавий модуляция

2. Частотавий модуляция (расм.4). Ташувчи сигналнинг амплитудаси ва фазаси ўзгармай қолиб частотаси хабар ўзгариш қонуни билан ўзгартирилса частотавий модуляцияланган радиосигнал ҳосил қилинади .



Расм 4. Частотавий модуляция

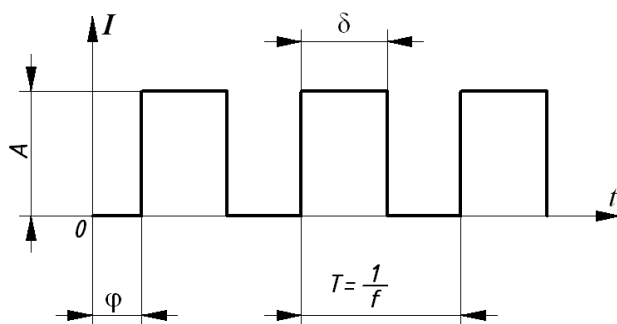
3. Фазавий модуляция. Агар ташувчи сигналнинг амплитудаси ва частотаси ўзгармай қолиб фазаси ахборот ўзгариш қонуни билан ўзгартирилса фазавий модуляцияланган радиосигнал ҳосил бўлади (расм 5) .



Расм.5. Фазавий модуляция

1 – модуляцияланмаган ташувчи сигнал; 2 – модуляцияланган ташувчи сигнал;

Юқори частотали ташувчи сигнал импульс кетма-кетлиги бўлиши мумкин. (расм 6).



Расм 6. Импульс сигнали

асаси ва импульс кенглигига ҳам жойлаштирилиши мумкин.

Бу ерда $f = \frac{1}{T}$ – импульснинг частотаси; A – импульснинг амплитудаси; φ – импульснинг фазаси; δ – импульснинг кенглиги. T – даври.

Импульсли модуляцияда паст частотали хабар сигнали юқори частотали импульс кетма-кетлигининг амплитудаси, частотаси, фа-

Демак, юқори частотали ташувчи сигнал импульс кетма-кетлиги бўлса, модуляция турлари 4 хил бўлади:

1. Амплитуда-импульсли модуляция.
2. Частота-импульсли модуляция.
3. Фаза-импульсли модуляция.
4. Кенглик-импульсли модуляция.

Модуляция жараёни **модулятор** деган қурилмада амалга оширилади. Модулятор схемалари модуляция турларига мос қурилган бўлади. Масалан, амплитудавий модуляцияланган радиосигнал олиш учун амплитудавий модулятор схемаси ишлатилади ва хоказо.

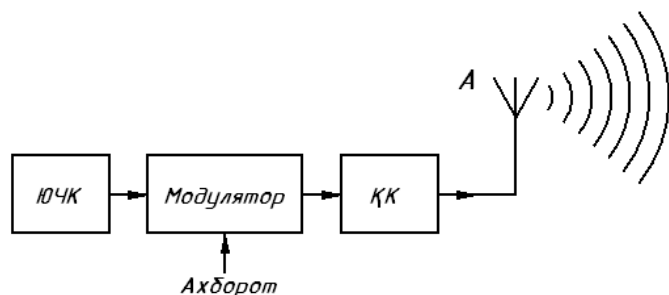
Назорат саволлари.

1. Радиосигналлар қандай ҳосил қилинади ва қандай вазифаларни бажаради?
2. Радиосигналларнинг қандай турларини биласиз?
3. Модуляция жараёнини тушунтириб беринг.
4. Амплитудавий модуляция қандай жараён?
5. Частотавий модуляция қандай жараён?
6. Фазавий модуляция қандай жараён?
7. Импульсли модуляцияни тушунтириб беринг.
8. Модулятор қандай қурилма?

§ 1.2 Радиосигнал ҳосил қилувчи ва узатувчи қурилмалар

Радиосигнал ҳосил қилувчи ва узатувчи қурилма **радиоузаткич** деб аталади.

Радиоузаткичнинг асосий вазифаси радиосигнал ишлаб чиқариб атрофга тарқатишдан иборат. Унинг тузилиш схемаси 7- расмда келтирилган.



Расм.7 Узаткич.

Схемадаги генератор (ЮЧГ) юқори частотали сигнал ишлаб чиқаради. Модулятор хабар сигналлини генератордан чиққан юқори частотали сигналга модуляция йўли билан жойлаштиради. Натижада радиосигнал ҳосил қилинади.

Схемадаги (ҚК) қувват кучайтиргичи ҳосил бўлган радиосигнални белгиланган масофага тарқалиши учун керак бўладиган қувватгача кучайтириб беради.

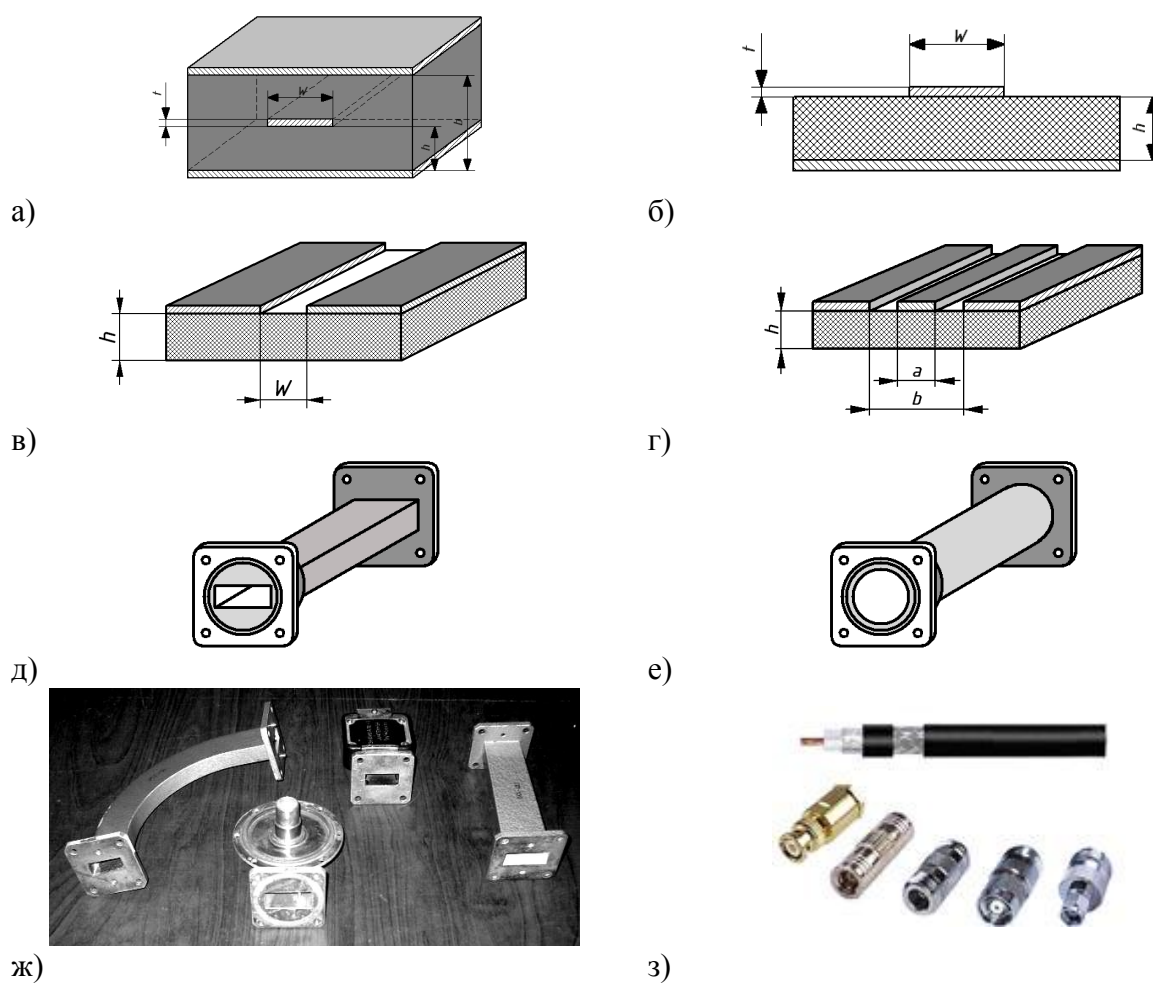
Радиоузаткич тузилишига кирувчи генератор, модулятор ва кучайтиргич радиоузаткичнинг асосий қисмини ташкил қилиб, битта қобикқа жойлаштирилади. Улар вазифаларига қараб учувчи аппарат ва аэродромнинг керакли жойларига ўрнатиладилар.

Радиоузаткичнинг ўта юқори частотали сигнал ҳосил қилувчи генетатори ўта юқори частота асбобларида қўрилган бўлади (расм.8).



Расм.8. Ўта юқори частота асбоблари

Узаткичнинг чиқиш қисми сигнал тарқатувчи антеннага уланиши керак. Тарқатувчи антенна узаткич ўрнатилган жойга нисбатан метрнинг ундан бирдан бошлаб метрнинг ўнлаб узунлигига тенг масофаларда бошқа жойга ўрнатилган бўлади. Масалан, узокдан алоқа қилувчи радиостанция самолётнинг ички қисмига ўрнатилган бўлади, тарқатувчи антеннаси эса, самолёт корпуси ташқарисида ўрнатилган бўлади. Шунинг учун узаткич билан антеннагача бўлган радиосигнал узатилиши антенна-фидер қурилмаси ёрдамида бажарилади. Радиоузаткич ишлаб чиқарган радиосигнални тарқатувчи антеннага узатувчи қурилмалар мажмуаси антенна-фидер қурилмаси деб аталади. Антенна-фидер қурилмаси таркибига ўта юқори частота қурилмалари: яъни узун йўллар, тўлқин узатгичлар, ўта юқори частота кабеллари ва оптик толали кабеллар кирадилар (расм.9).



Расм.9. Радиосигнал ҳосил қилувчи ва узатувчи қурилмалар

а), б) – тасма йўллар; в) – тешикли йўл; г) – компланар йўл; д), е) – тўлқин узаткичлар; ж) – мословчи қурилмалар; з) – коаксиал кабел ва унинг ковуштиргичлари.

Радиосигналларни атрофга узатиш учун электроэлемент тўлқин тарқатувчи антенналар ишлатилади. Тарқатувчи антенналар ўтказгич материалдан турли шаклларда ясалган бўлади. Электр ўтказувчан жисм таркиби-

да ярим эркин электронлар харакатда бўлиб электр токи ҳосил бўлишида иштирок этади.

Агар узатувчи антеннага юқори частотали электр манбаси уланса ундаги зарядлар харакати натижасида атрофдаги муҳитда электр ва магнит майдон энергияси гоҳ бир, гоҳ иккинчи томонга йўналиб силжийди. Зарядлар вужудга келтирган майдон бир-биридан ажратиш мумкин бўлмаган электр ва магнит майдонлари яъни электромагнит майдони бўлади. Зарядлар харакат тезлигининг ўзгариши туфайли электромагнит нурланиш пайдо бўлади. Электромагнит майдон пайдо бўлган жойидан ёруглик тезлигига тенг $V=C$ аниқ ўзгармас тезлик билан атрофга тарқалади. Бу эса атрофга таркалувчи радиосигнал бўлади.

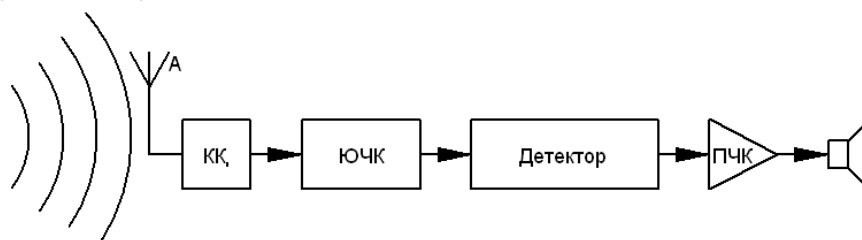
Назорат саволлари.

1. Радиоузаткич қандай вазифани бажаради.
2. Радиоузаткичнинг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
3. Юқори частота генератори қандай вазифани бажаради?
4. Радиоузаткич антеннаси ишлашини тушунтириб беринг.

§ 1.3 Радиосигнал қабул қилувчи ва қайта ишловчи қурилмалар

Радиосигнал қабул қилувчи ва қайта ишловчи қурилмалар радиоқабулқилгич деб аталади.

Радиоқабулқилгич радиосигнални қабул қилиб олиб, ундан хабар сигналинини ажратиб олади ва ўзгартиргичга узатади. Хабар сигнали ўзгартиргичлари товуш карнайи, монитор, телефон, компьютер ва механик қурилмалар бўлиши мумкин.



КҚ – кириш қурилма.

ЮЧК – юқори частотали ток кучайтиргичи.

ПЧК – паст частотали ток кучайтиргичи.

Расм 10.

Радиоқабулқилгичнинг тузилиш схемаси 10-расмда келтирилган.

Бу ерда кириш қурилмаси қабул қилувчи антеннада ҳосил бўлган чексиз радиосигналларнинг ичидан бизга керакли частотали сигнални ажратиб олиш учун ишлатилади. Қабул қилинган сигнал юқори частота кучайтиргичи ёрдамида керакли қувватгача кучайтирилади. Кучайтирилган радиосигналдан детекторга узатилади ва унинг ёрдамида юқори частотали ташувчи сигналдан паст частотали хабар сигнали ажратиб олинади. Радиосигналдан хабар сигналинини ажратиб олувчи қурилма **демодулятор (детектор)** деб аталади. Модуляцияланган радиосигнал турига қараб демодулятор ҳам худди ўша турда қурилган бўлиши керак. Шу сабабдан детекторларнинг амплитудавий, частотавий, фазавий ва бошқа турлари ўйлаб топилган. Детекторда ажратиб олинган сигнал кучайтирилиб тегишли ўзгартиргичларга узатилади. Ўзгартиргичлар эса паст частотали кучайтирилган сигнални товушга айлантирувчи, тасвир ҳосил қилувчи, ёзиб олувчи, ёки механик қурилма бўлишлари мумкин.

Назорат саволлари.

1. Радиоқабулқилгич қандай вазифани бажаради?
2. Радиоқабулқилгичнинг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
3. Кириш қурилмасининг вазифаси нимадан иборат?
4. Юқори частотали ва паст частотали ток кучайтиргичларининг вазифалари қандай?
5. Детектор қандай вазифани бажаради?

§ 1.4 Учиш аппаратлари радиоэлектрон жихозларининг синфланиши ва вазифалари.

Хозирги кунда учиш аппаратларининг радиоэлектрон жихозларига кўйилган вазифаларнинг кўпайиши билан улар таркибига кирувчи радиоэлектрон тизим ва қурилмалар ҳам мураккаблашиб бормокда.

Радиоэлектрон жихозларнинг мураккаблиги ва бажарадиган вазифаларининг турличалиги бир биридан ишлаш негизи, ишлатадиган радиочастотаси, автоматлаштирилганлик даражаси, тактик ва техник параметрлари билан фарқ қиладиган кўп вазифа бажарувчи радиотехник мажмуа, тизим ва қурилмалар яратишни такозо қилади.

Радиоэлектрон жихозлар ўрнатиладиган жойларига қараб иккита катта гуруҳга бўлинадилар.

Биринчиси, учиш аппаратларининг радиоэлектрон жихозлари.

Иккинчиси, аэропорт ва ҳаво трассаларининг радиоэлектрон жихозлари.

Учиш аппаратидаги ва аэропортдаги радиоэлектрон жихозларнинг биргаликда ишлаши натижасида кўйидаги вазифалар амалга оширилади.

1. Радиотелефон ва радиотелеграф алоқа таъминлаш. Бундай алоқа учиш аппарат экипажи билан ердаги ҳаво харакатини бошқарувчи дисперчерлик хизматчилари орасида, ҳавода харакат қилувчи икки ва ундан ортиқ учиш аппарат экипажлари орасида ва учиш трассаси бўйича жойлашган аэропортлар орасида алоқа таъминлаш учун ишлатилади.

2. Симли алоқа боғлаш. Бундай алоқа учиш аппарат экипажи аъзолари орасида, ердаги хизматчилар ва фукоро авиациясига карашли авиакорхоналарнинг ишлаб чиқариш бўлимлари орасида таъминлаш учун ишлатилади.

3. Бортдаги ва аэровокзал кузатув залларидаги йўловчиларни маълумотлар билан таъминлаш.

4. Учиш аппарат бортидаги, ва учиш аппарат харакатини бошқарувчи диспетчерлик пунктларидаги сўзлашувларни ёзиб олиш учун.

5. Олдиндан хисобланган маршрут бўйига самолет ҳайдаш учун учиш аппарат экипажига учишнинг навигацион параметрларини ўзгартириш тўғрисидаги маълумотлар билан таъминлаш.

6. Ер юзасининг радиолокацион тасвирини кўрсатиш ва экипаж аъзоларини хавфли булутлар ёки тўсиклар ҳақида огоҳлантириш.

7. Аэродром зонасида учиш аппаратининг хавфсиз харакатини таъминлаш ва мураккаб об-ҳаво шароитида, тунги вақтларда кўнишга киришда хавфсиз пасайиш троекториясини ва кўнишни таъминлаш.

8. Ҳаво харакати бошқарув хизматчиларини ҳаводаги ҳолат ва учиш аппарат учишидаги кўшимча маълумотлар билан таъминлаш.

Бажарадиган вазифаларига қараб бортдаги ва ердаги радиоэлектрон жихозлар радиоалоқавий, радиолокацион ва радионавигацион турларига бўлинадилар.

Бортдаги радиоалоқавий жиҳозлар таркибига УКВ (ўта қисқа тўлқинли) частоталар оралиғида ишлайдиган буйруқ берувчи радиостанция, КВ (қисқа тўлқинли) частоталар оралиғида ишлайдиган алоқавий радиостанция, самолет ичида симли алоқа таъминловчи аппаратура, самолетда сўзлашадиган курилма, йўловчиларга маълумот эшиттирувчи тизим ва бортдаги магнитофон киради.

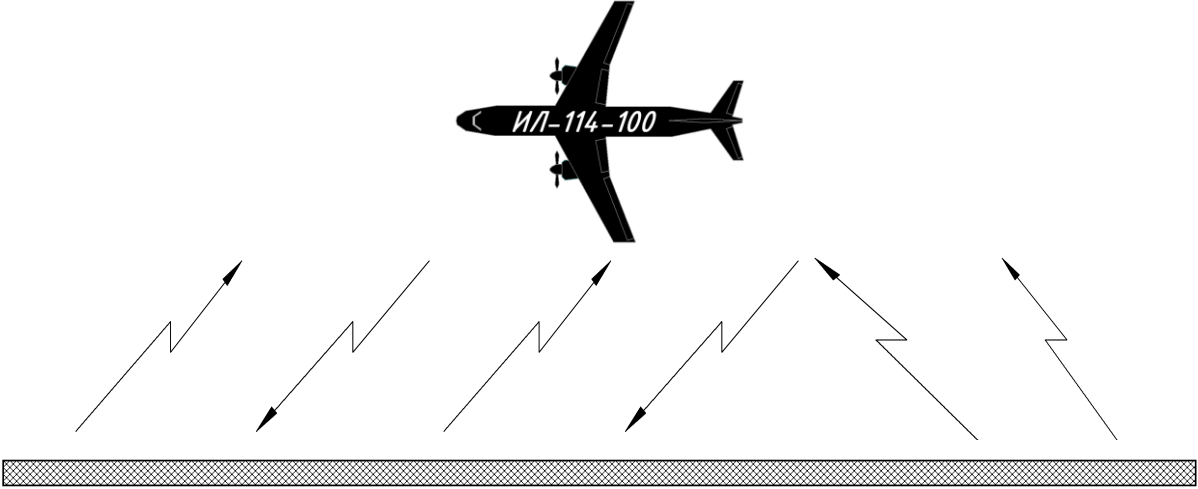
Ердаги радиоалоқавий жиҳозларга УКВ ва КВ радиостанцияларидан ташқари аэропортдаги телефон алоқа тизими, селектор алоқа курилмаси, телеграф ва телефон апаратуралари, кутиш залларидаги йўловчиларга маълумот берувчи курилма ва магнитофон мажмуалари киради.

Радионавигация жиҳозларига учиш аппаратининг навигацион параметрларини ўлчовчи жиҳозлар радиобаландлик ўлчагич, автоматик радиокомпас, йўл тезлиги ва оғиш бурчагининг доплер ўлчагичи, ердаги радиопеленгатор киради. Булардан ташқари радионавигацион жиҳозларга самолётни хайдовчи ва қўндирувчи тизимлар ҳам киради. Бундай тизим жиҳозлари ерда (радиомашъал, курс, глиссада, маркер қўндириш тизим мажмуалари) ҳамда самолетда (бортдаги новигацион жиҳозлар) ўрнатилган бўлади.

Радиолокация жиҳозларига бортдаги радиолокацион станция, самолет жавобқайтаргичи, ердаги радиолокацион жиҳозлар ва мажмуалар киради.

Радиолокацион ва радионавигацион жиҳозлар шартли бўлинган бўлиб, бир вақтнинг ўзида радиолокацион жиҳозлар навигацион ишларни ҳам бажаради. Масалан: бортдаги радиобаландлик ўлчагич, тезлик ва оғиш бурчагининг доплер ўлчагичи радиолокация принципларига асосланган бўлсалар ҳам радионавигацион жиҳозларга кирадилар ва навигацион ишларни бажарадилар.

Учиш аппаратининг хавфсиз учишини таъминлашда радиожиҳозларнинг бундай синфланиши уларнинг қўлланишига тизимли ёндошиш имконини беради. Мисол учун ИЛ-114-100 самолетига ўрнатиладиган радиожиҳозларнинг синфланиши жадвалда келтирилган.

Бортдаги радиоэлектрон жихозлар			
Радиоалоқавий		Радиолокацион	Радионавигацион
Борт ичидаги алоқа жихозлари	СПГС-1 АВСА-МВЛ МАРС-БМ АРФА	Радиолокацион станция РЛС МНРЛС-85-114	Автоматик радиокомпас АРК-25. Қўндирувчи радиожихоз ILS-85.
Борт ташқарисидаги алоқа жихозлари «Селкол»	УКВ РС «Ба-клан-20» КВ РС «Ядро-1»	Самолет жавобқайтаргич СО-72МЦ, ДИСС-016, TCAS-2000, 6201 иккиламчи радиолокатор тизими, 680 маҳсулотлари	Радиобаландлик ўлчагич РВ-85. Магнит азимут аниқлагич VOR-85. Радиоузоклик ўлчагич DME/P-85. Яқиндан навигация жихози А-317. Бортдаги навигацион мажмуа ЦПНК-114.
Авария радиостанцияси Р-855 Авария узаткичи КОС-ПАС-АРБ-ПР			
			
Ердаги радиоэлектрон жихозлар			
Радиоалқавий	Радиолокацион	Радионавигацион	
УКВ радиостанциялар ва қабулқилгичлар КВ радиостанциялар ва қабулқилгичлар Аэропорт ичидаги таъминловчи аппаратуралар АФТН, СИТА, ТХМ	Қўндирувчи радиолокаторлар Диспетчерлик радиолокаторлари Кузатувчи радиолокаторлар TRACK-2400, RSM-970, АТСМ-33S, «Крона»	Автоматик радиопеленгаторлар Учиш аппарат қўндирувчи тизимлар ILS Яқиндан навигация тизимлари VOR, DME	

Назорат саволлари.

1. Учиш аппаратларига қандай радиоэлектрон жиҳозлар ўрнатилади?
2. Радиоолоқавий жиҳозларнинг вазифаларини айтиб беринг.
3. Радиолокацион жиҳозлар вазифаларини айтиб беринг.
4. Радионавигацион жиҳозлар вазифаларини айтиб беринг.
5. Бортдаги радиоэлектрон жиҳозларга нималар киради.
6. Ердаги радиоэлектрон жиҳозларга нималар киради.

II БОБ. РАДИОАЛОҚА ЖИҲОЗЛАРИ.

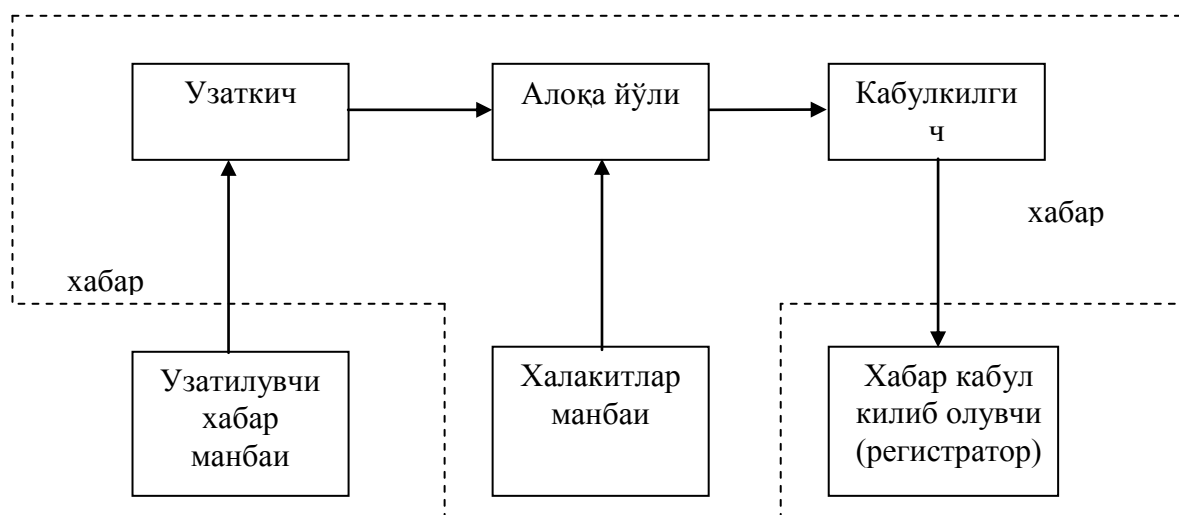
§ 2.1 Авиацион алоқа ҳақида асосий тушунчалар.

Алоқа деб хабарларни узатувчидан қабул қилувчига узатиш жараёни тушунилади. Бу иш радиосигналлар ёрдамида бажарилса радиоалоқа деб аталади. Авиацион радиоалоқа учувчи аппарат экипажи билан ердаги диспетчерлар орасида, икки ва ундан ортиқ экипажлар орасида ва ердаги диспетчерлар орасида хабар алмашиш учун ишлатилади. Хабар узатилиши лозим бўлган маълумотдир.

Хабарлар турли физикавий табиатга эга бўлганлиги учун улар бирламчи ўзгартиргичларда электр сигналига айлантирилиб кейин узатилади. Масалан, товуш хабар сигнали микрофон ёрдамида электр сигналига айлантирилади. Бундай жараёнлар мажмуаси маълумот узатиш усуллари билан амалга оширилади.

Ҳосил қилинган хабар алоқа йўли орқали узатилади. Алоқа йўли радиосигнал узаткичидан радиосигнал қабулқилгичигача бўлган ораликдаги мухит бўлади. Одатда бу мухит фазо бўлади. Алоқа йўли орқали бир вақтнинг ўзида бир қанча хабарлар узатилиши мумкин. Бу ҳолда ҳар бир хабар ўз канали бўйича узатилади. Хабар узатувчи канал алоқа канали деб аталади. Алоқа канали хабар узаткич ва қабулқилгич билан биргаликда алоқа тизимини ташкил қилади. Алоқа тизимининг тузилиши 11-расмда келтирилган.

Авиацион радиоалоқа жиҳозлари радиосигнал частоталар оралиғига қараб узоқдан радиоалоқа жиҳозлари ва яқиндан радиоалоқа жиҳозлари турларига бўлинадилар.



Расм 11. Алоқа тизими.

Узоқдан радиоалоқа жиҳозлари учун радиосигнал частоталар оралиғи қисқа тўлқинларда танлаб олинади. Қисқа тўлқинли радиосигналлар узоқ масофага (6000 км дан ортиқ) узатилиши мумкин.

Бундай радиоалоқа жиҳозларидан учувчи аппаратларга жойлаштирилган «Ядро», «Микрон» номли радиостанцияларни мисол келтиришимиз мумкин. Улар асосан узоқ масофадан хабар алмашиш учун ишлатиладилар.

Яқиндан радиоалоқа жиҳозлари учун радиосигнал частоталар оралиғи ўта қисқа тўлқинларда танлаб олинади. Улар қисқа масофада хабар алмашиш учун қўлланилади.

Яқиндан радиоалоқа жиҳозига «Баклан» радиостанциясини мисол келтиришимиз мумкин. Қисқа масофада хабар алмашиш учиш аппаратининг учиш-қўниш жараёнларини бажаришда ишлатилади.

Назорат саволлари.

1. Алоқа тушунчасини ёритиб беринг.
2. Хабар нима?
3. Алоқа йўли деб нима тушунилади?
4. Алоқа тизимининг тузилиши қандай?
5. Радиоалоқа жиҳозлари ишлатган частотасига қараб қандай турларга бўлинади?

§ 2.2 Авиацион алоқа ташкил қилиш асослари

Авиацион алоқа фуқоро авиациясининг ҳаво йўлларида ҳаракатни бошқаришда асосий ўрин тутди. Ҳавода ташишнинг ортиши, ҳаводаги ҳаракатларнинг кўпайганлиги, учиш аппаратларининг учиш узоқлиги ва тезлиги ортиши муносабати билан алоқа жиҳозларига қўйилган талаблар ҳам кучайиб бормокда.

Авиацион алоқани юқори даражада амалга ошириш учиш хавфсизлиги ва учиш аппарат учишининг тинимсизлигини таъминлаш, фуқоро авиацияси корхоналарининг технологик ва эксплуатацион фаолиятини нормал таъминлашга имкон беради.

Авиацион радиоалоқа ташкил қилиш фуқоро авиацияси тавсияси билан бажарилиб, тавсияга асосан ҳаводаги алоқа, ердаги алоқа, аэропорт ичидаги алоқа, тижорат алоқаси ва халқаро алоқаларга бўлинган.

Ҳаводаги алоқа ҳаводаги ҳаракатни бошқариш ва учаётган учиш аппаратларининг узаро боғланишлари учун ташкил қилинган.

Ердаги алоқа диспетчерлик пунктлари хизматчилар орасида боғланиш, ҳаводаги ҳаракатни бошқариш учун маълумат узатиш ва ердаги корхоналарнинг ишлаб чиқариш фаолиятини таъминлаш учун ташкил қилинган.

Аэропорт ичидаги алоқа аэропорт ичидаги хизматчиларнинг барча ишлаб чиқариш ва технологик фаолиятини таъминлаш учун ташкил қилинган.

Тижорат алоқаси ҳаво транспорти хизматчиларининг аҳолига хизматини ва халқ хўжалиги ишларини таъминлашлари учун ташкил қилинган.

Халқаро алоқа давлатимиз ва бошқа барча давлатлар фуқоро авиация хизматчилари орасидаги ҳамкорлик ва халқаро авиация йўлларида учиш аппарат учишини таъминлаш учун ташкил қилинган.

Юқорида келтирилган алоқа ташкил қилишнинг энг зарурийси ҳаводаги алоқани ташкил қилиш бўлиб ҳозирги кунда бу масала ҳаводаги радиоалоқа билан таъминланади. Ҳаводаги радиоалоқа ёрдамида тўғридан-тўғри учиш-қўниш зонасида учишни бошқариш бажарилади. Бунда бурилиш, старт, қўниш ва айлантириш диспетчерлари иштирок этадилар. Бундай алоқа аэродром ҳудудидаги диспетчерлар орасидаги боғланишларни ҳам амалга оширишда ишлатилади.

Ҳаводаги ҳаракатни бошқариш вақтида ҳар бир диспетчерлик пункти учиш аппарат билан ишончли алоқа боғлаши лозим. Ҳаводаги радиоалоқани амалга ошириш ўз каналлари бўйича таъминланиб, ишлатган частотаси, хизмат тури, алоқа тавсифи ва маълумот алмашиши бўйича фарқланадилар.

Ишлатадиган частоталари бўйича ўрта тўлқинда, қисқа тўлқинда ва ўта қисқа тўлқинда радиоалоқа амалга оширилади.

Ўта қисқа тўлқинли радиоалоқа каналлари ёрдамида диспетчерлик пункти хизматчилари билан учиш аппарат экипажи орасидаги алоқа таъминланади.

Қисқа тўлқинли радиоалоқа каналларида узоқдан алоқа таъминланади.

Ўрта тўлқинли каналлар қисқа тўлқинли канал ишлатиб бўлмайдиган зоналарда, айникса, шимолий районларда ишлатилади.

Ўта қисқа тўлқинли каналда алоқа 117, 975 – 135 МГц частоталарда амалга оширилади. Бундай алоқа таъсир доираси ердаги радиостанция қувватига, учиш баландлигига ва тўғридан-тўғри қурилишда тарқалишга боғлиқ бўлади.

Учиш баландлиги ортиши билан алоқа узоқлиги қувватга боғлиқлигига нисбатан баландликга кўпроқ боғлиқ бўлади. Масалан: 1000 м баландликда УКВ алоқа узоқлиги 120 – 130 км бўлса, 10000 м баландликда алоқа узоқлиги 350 – 400 км ни ташкил этади.

Қисқа тўлқинли (КВ) радиоалоқа халқаро келишувларга асосан 2,8 дан 18 МГц частоталар оралиғини ишлатади. Қисқа тўлқинли радиоалоқа узоқлиги 2000 дан 6000 км гача бўлиши мумкин.

Ишлатилишига қараб ҳаводаги радиоалоқа, радиотелефон ва радиотелеграф алоқаларга бўлинади. Улардан радиотелефон алоқа асосий бўлиб (КВ ва УКВ диапазон), учиш аппаратининг учиш-қўнишдаги барча босқич ишларини бажаришда ишлатилади. Бундай алоқа оператив бўлиб, учиш шароити тез ўзгарадиган вақтларда экипажга сўз орқали буйруқ узатиб туради.

Радиотелеграф алоқа ҳам КВ ва УКВ частоталар оралиғини ишлатади. Кўп ўринли самолетлардан хабар телеграф узиб-улагичи орқали узатилиб, телефонда қабул қилиб олинади.

Ҳаводаги радиоалоқа тизимнинг алоқа боғлашига қараб симплекс, дуплекс ва яримдуплекс алоқаларга бўлинади.

Симплекс алоқа вақтида алоқа йўли орқали боғланувчининг охиридаги радиостанция фақат ахборат узатиш учун ёки фақат ахборот қабул қилиш учун хизмат қилади. Яни симплекс алоқада бир томонламали алоқа амалга оширилади. Узатиш ҳолатидан қабул қилиш ҳолатига утказиш учун охиридаги радиостанцияга махсус огоҳлантириш юборилади.

Дуплекс алоқа вақтида алоқа йўлининг икки томонидаги мухбирлар бир вақтнинг узида ахборат узатишлари ва қабул қилишлари мумкин.

Яримдуплекс алоқа вақтида бир вақтнинг ўзида ҳам узаткич, ҳам қабулқилгич ишлатилган бўлиб улар битта умумий антеннага уланган бўлади. Антенна эса кераклигига қараб ёки узаткичга ёки қабулқилгичга уланиб туради. Бундай алоқада алоқа йўлини ишлатадиган мухбирлар хабарни, ёки узатади, ёки қабул қилиб олади (яъни бир томондаги мухбир симплекс алоқани ишлатади).

Радиоалоқа амалга ошириш шакли бўйича биртомонламали, иккитомонламали ва циркуляр радиоалоқаларга бўлинади.

Бир томонламали радиоалоқаларда хабар фақат бир томонга узатилади.

Икки томонламали радиоалоқа вақтида алоқа йўлининг икки томонидаги мухбирлар бир бирлари билан бир вақтнинг ўзида боғланадилар.

Циркуляр радиоалоқа вақтида бош радиостанция хабар узатса бошқа барча радиостанциялар бу хабарни қабул қилиб оладилар, яъни циркуляр алоқа битта хабарни бир қанча ижрочиларга узатиш вақтида ишлатилади.

Назорат саволлари.

1. Авиацион алоқани тушунтириб беринг.
2. Авиацион радиоалоқа қандай турларга эга?
3. Радиоалоқа боғланишига қараб қайси турларга бўлинади?
4. Симплекс алоқа қандай алоқа оширилади?
5. Дуплекс алоқа қандай алоқа оширилади?
6. Ярим дуплекс қандай алоқа оширилади?

§ 2.3 Учиш аппаратлари радиоалоқа қурилмаларининг таркибий қисмлари ва параметрлари

Учиш аппаратларининг радиоалоқа жиҳозлари таркибий қисмлари унга ўрнатилган радиоэлектрон қурилмаларидан ташкил топган бўлиб, улар хабар узатиш ва қабул қилиб олиш учун мўлжалланган.

Учиш аппарат радиоалоқа жиҳозлари қўйидаги вазифаларни бажардилар.

1. Учиш аппарат экипажи билан ердаги ҳаво ҳаракатини бошқарувчи диспетчерлар орасидаги алоқани боғлаш.
2. Учиш вақтида экипажнинг йўловчиларга маълумот узатиш.
3. Учиш аппарат ерда турган вақтда техник хизматчилар билан экипаж орасидаги алоқа боғлаш.
4. Бортдаги гаплашувларни ва «ер-борт» тизимидаги алоқаларни ёзиб олиш.
5. Учиш аппарат мажбурий қўнган жойдан хатар ва авария сигналларини узатиш.
6. Ердаги аэродром пеленгаторлари ёрдамида учаётган учиш аппарат йўналишини бортдаги радиостанция сигналининг нурланишидан аниқлаш.
7. Навигацион радиожиҳозларнинг сигналларини эшитиш.

Учиш аппарат экипажи радиоалоқа жиҳозларидан авиадвигатель ишга туширилишидан бошлаб турар жойга келиб туришидаги барча босқич ишларини амалга оширишда фойдаланадилар.

Радиоалоқа жиҳозлари мураккаб шароитда (титраш, қўнишдаги урилиш, босим ўзгариш, шовқин ва температура ўзгариши) ишлатилади.

Радиоалоқа жиҳозларининг таркиби ва учиш аппаратида жойлаштирилиши уларнинг вазифаларига қараб амалга оширилади.

Узоқдан алоқа боғловчи радиостанциялар алоқавий, яқиндан алоқа боғловчилари эса буйруқ берувчи радиостанция деб аталадилар.

Узоқдан алоқа боғловчи радиостанциялар қисқа тўлқин (КВ) частоталар оралиғини 2 – 30 МГц ишлатади.

Буйруқ берувчи радиостанциялар ўта қисқа тўлқин (УКВ) частоталар оралиғини 100 – 150 МГц ишлатади.

Маҳаллий ҳаво йўлида учувчи учиш аппаратларига бир комплект ўта қисқа тўлқинли радиостанция (УКВ-I, УКВ-II) ўрнатилган бўлиб улар ҳам алоқавий, ҳам буйруқ берувчи сифатида ишлатиладилар.

Магистрал ҳаво йўлларида учувчи самолетларга бир комплект қисқа тўлқинли (КВ-I, КВ-II) радиостанция ва бир комплект УКВ (УКВ-I, УКВ-II) радиостанциялари жойлаштирилган бўлади.

Алоқавий КВ радиостанциялар телефон – телеграф режимида ишлаб учиш аппарати билан ердаги алоқани узоқдан таъминлайди.

Буйруқ берувчи УКВ радиостанция фақат телефон режимида ишлаб яқиндан алоқани таъминлайди.

Алоқавий ва буйруқ берувчи радиостанциялардан ташқари учиш аппаратага халоқатдан хабар берувчи шахсий ва гуруҳ радиостанциялар жойлаштирилган бўлади. Шахсий халоқатдан хабар берувчи радиостанция 121.500 КГц частотада ишлаши қабул қилинган.

Гуруҳ халоқатдан хабар берувчи радиостанциялар 2182, 4364 ва 8364 КГц частоталарда ишлайдилар.

Борт ичидаги радиоалоқа жиҳозларига самолетдаги эшиттирувчи ва гаплашувчи тизим ва қурилмалар ҳамда магнитофонлар киради.

Учиш аппаратининг радиоалоқавий жиҳозлари бир катор параметрларга эга бўлади. Булар:

- Радиочастоталар оралиғи, (диапазон частот)
- Алоқа канали сони, (количество каналов связи)
- Алоқа каналлар орасидаги частоталар сурилиши, (разнос частот между каналами связи).

Булардан ташқари алоқа сифатини аниқловчи параметр частотанинг киймат ўзгармаслиги (стабильность частоты), киритилган.

– Радиоалоқа станциялар қуввати 5 вт дан 400 вт гача бўлиши мумкин. Радиостанциянинг қуввати унинг вазифасига ва ишлатадиган частоталар оралиғига боғлиқ ҳолда танлаб олинади.

– Радиоалоқа ва унинг станция қабулқилгичининг сезгирлиги (чувствительность) ҳам параметрга киради. Одатда бортдаги радиостанция қабулқилгичи сезгирлиги 3 – 15 мкВ бўлади. Қабулқилгич сезгирлигини оширишга ташқи халақитлар (помеха) тўскинлик қилади.

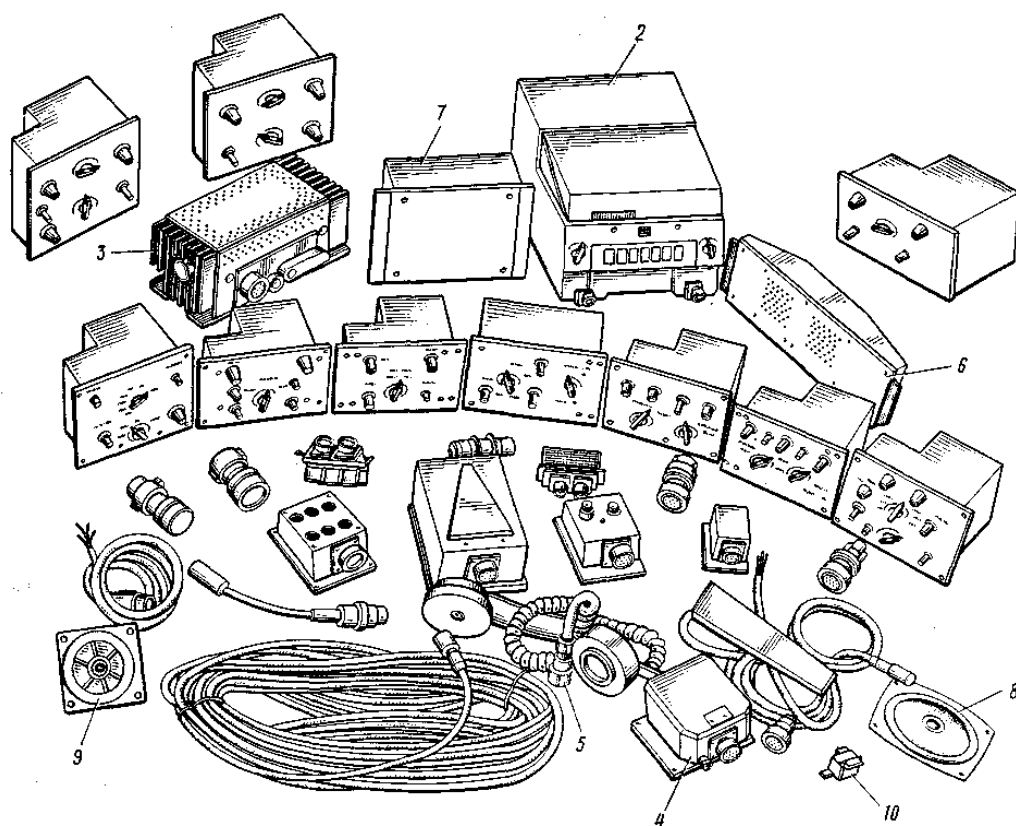
– Алоқа узоклиги икки томонлама алоқани узлуксиз таъминловчи алоқа йўли охиридаги радиостанциялар орасидаги энг узок масофадир. Бундай узокликдаги алоқа вақтида бир марта айтилган суз иккинчи томонда аниқ эшитилиши керак.

Назорат саволлари.

1. Учиш аппаратага ўрнатилган радиоалоқа қурилмаларининг вазифаларини тушунтириб беринг.
2. Учувчи аппаратга қандай радиоалоқавий станциялар жойлаштирилади?
3. Алоқавий, буйруқ берувчи ва халоқатдан хабар берувчи радиостанциялар қайси частоталарда ишлайдилар?
4. Радиоалоқавий жиҳозларнинг параметрларини айтиб беринг.

§ 2.4 Учиш аппарат ичидаги алоқа воситалари

Учиш аппарат ичидаги алоқа воситаларини СПГС-1 тизими ташкил қилган бўлиб, тизимнинг таркибига самолетда гаплашувчи қурилма СПГУ, «Арфа МБ» магнитофони, УНЧ-25В паст частота кучайтиргичи, УНЧ-2 паст частота кучайтиргичи, бортпроводник микротелефон трубкаси (ТМБ), I КЗ-7 товуш колонкаси, эшиттирувчи блок БГР-14, 1ГД-42, 0,5 ГД-35 – электродинамик карнайлар, мословчи СТ-225, СТ-22В трансформаторлар киради, Бундай тизимнинг ташкил этувчилари ташқи кўриниши 11-расмда келтирилган.



Расм 11. СПГС-1 ташкил этувчилари

Учиш аппаратидаги СПГС-1 сўзлашувчи тизим орқали қўйидаги вазифалар амалга оширилади.

а) Самолет ичида экипажнинг олти аъзоси орасидаги икки томонлама телефон алоқа боғлаш.

б) Экипажнинг бешта аъзоси билан ташқи икки томонлама радиоалоқа боғлаш.

в) Экипажнинг олтинчи аъзоси УКВ радиостанция қабулқилгичи сигналларини эшитиш.

г) Экипаж икки аъзоси бортпроводник билан иккитомонлама телефон алоқа боғлаш.

- д) Ёзиб олувчи магнитофонларни улаш.
 - с) Экипаж барча аъзолари саккизта махсус сигнал эшитиши.
 - ж) Маркер қабулқилгичи сигнаolini экипажнинг барча аъзолари эшитиши.
 - з) Экипажнинг бешта аъзоси радиостанциялар ва радионавигацион қурилмаларнинг сигналларини қўшимча эшитишлари.
 - и) Самолётда хизмат кўрсатувчи хонадаги карнайлар эшиттиришларни тинглаш.
 - к) Самолётда хизмат қилувчи персоналнинг ўзаро иккитомонлама телефон алоқасини боғлаш.
 - л) Самолёт ичидаги телефон алоқа тармогидаги бортпроводниклар эшиттиришларини тинглаш.
 - м) Экипажнинг икки аъзоси ёки бортпроводникнинг йўловчиларга маълумот бериши.
 - н) Экипажнинг икки аъзоси ёки бортпроводникнинг мусика эшиттириш вақтида йўловчиларга маълумот бериш.
 - о) йўловчилар салонларига мусика ва маълумотлар узатиш.
 - п) Экипаж аъзоларининг микрофон ёки авиагарнитура ёрдамида ташқи ва самолёт ичидаги телефон алоқа боғлаш ва йўловчиларга маълумот узатиш.
- СПГС-1 тизими радиостанциялар ва радионавигацион қурилмалар қабулқилгичларининг чиқишини камқаршиликли телефонларга улайди ва уларни электр манбаи билан таъминлайди. Электр манба кучланиши $5 \pm 1 [В]$ ва қуввати 150 Вт ни ташкил этади.

Назорат саволлари.

1. Учиш аппарати ичига қандай алоқа воситалари ўрнатилган?
2. Учувчи аппарат ичига ўрнатилган алоқа воситаларининг вазифаларини айтиб беринг.
3. Учиш аппарати ичига жойлаштирилган алоқа воситаларининг таркиби нималардан иборат.

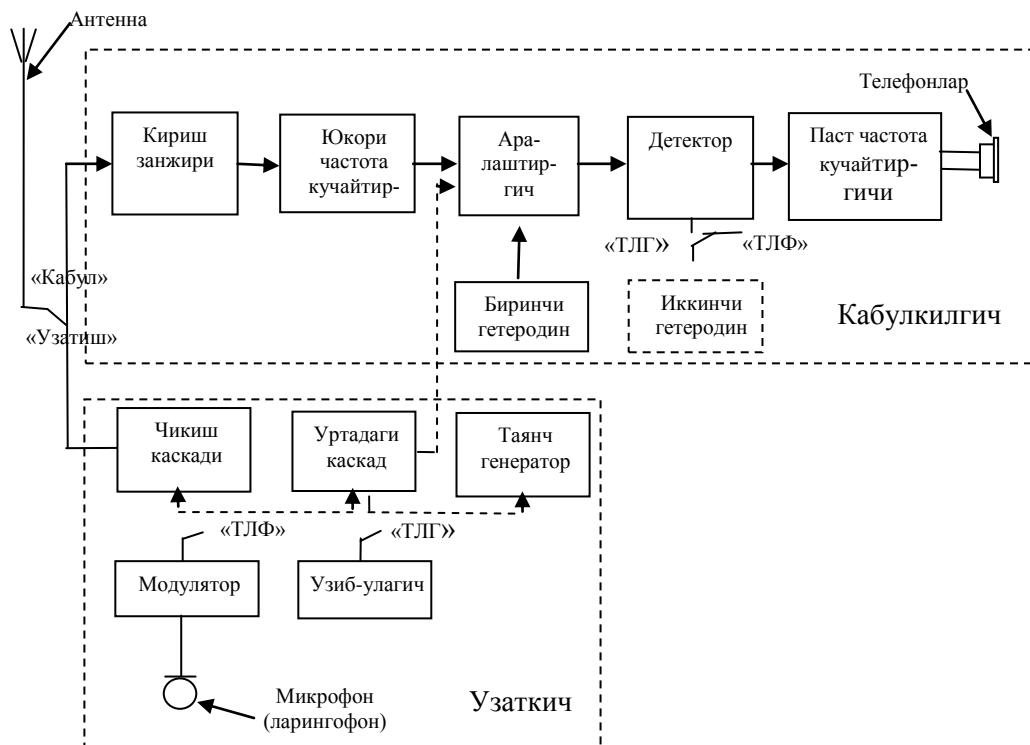
§ 2.5 Радиоалоқавий станция таркибий қисмлари ва уларнинг вазифалари

Самолетга ўрнатиладиган ҳар қандай радиоалоқавий станциянинг таркибий қисмлари узаткич, қабулқилгич ва антеннадан ташкил топган бўлади. Булардан ташқари радиостанция таркибига электр манбаи, бошқарув пультаи ва қўшимча ёрдамчи блоklar, (масалан, кучайтиргич) киради.

Самолетдаги радиоалоқа станциянинг тузилиш схемаси 12-расмда келтирилган.

Бу ерда антенна узаткич учун ҳам, қабулқилгич учун ҳам умумий бўлиб электромагнит тўлқинларни тарқатиш ёки қабул қилиб олиш учун хизмат қилади. Узаткич режимида антенна электр токини электромагнит тўлқинига айлантириб беради. Қабулқилгич режимида эса электромагнит тўлқинларни электр токига айлантириб беради. Антеннанинг тузилиши унинг вазифасига ва тўлқин узунлигига боғлиқ бўлади.

Узаткич ёрдамида керакли қувватга эга бўлган радиосигнал ишлаб чиқарилиб атрофга тарқатилади. Узаткичнинг тузилиш схемаси ва ундаги қурилмалар вазифалари I бобда ёритиб берилган. Амалда узаткичнинг техник параметрларини яхшилаш учун бир қанча қўшимча каскадлар киритилган бўлади (12-расмга қараңг).



Расм 12.

Асосан қўшимча каскадлар генератор ишлаб чиқарган сигнал частотасини ўзгармас қийматда ушлаб туриш учун киритилган бўлади. Сигнал ишлаб чиқарувчи генератор автогенератор схемаси ёки бир нечта частотали (сетка частот) сигнал ишлаб чиқарувчи қурилма тарзида қурилган бўлади.

Ўртадаги каскадлар сигнални кучайтириш ёки сигнал частоталарини кўпайтириш учун хизмат қилади. Сигнал частотасини кўпайтириш режими радиосигналнинг керакли частотали ташувчи ташкил этувчисини ҳосил қилиш учун қўлланилади. Ўртадаги каскад чиқиш сигнали чиқиш каскадига киришига уланади. Чиқиш каскади эса антенна тарқатишига етарли қувватга эга, юқори частотали сигнал кучайтириб беради.

Антеннадаги ток $I_A = I_{AM} \cos(\omega t + \varphi)$ кўринишида бўлади ва бу ерда сигнал параметрлари I_{AM} – амплитуда, ω – бурчак частота ва φ – бошлангич фаза. Бундай электр токининг қайси параметрини бўлса ҳам маълумот ўзгариш қонуни билан ўзгартирилса модуляцияланган радиосигнал кўринишида антеннадан атрофга тарқалади.

Радиосигнал қабулқилгич тузилиши I бобда ёритилган эди. Самолет радиоалоқа станциясининг қабулқилгичи шу тузилишда қурилади. Лекин антенна унинг таркибига киритилган бўлади. Аралаштиргич ва гетеродин каскадлари қабулқилгичнинг сезгирлигини ва сигнал ажратиб олиш қобилиятини ошириш учун киритилади.

Амалда радиоалоқа станция қабулқилгичининг таркиби кириш занжири, бир ёки иккита юқори частота сигнал кучайтиргичи, алохида частота ўзгартиргич каскади, икки ёки уч каскадли ўртача частота кучайтиргичи ва бир ёки иккита паст частотали сигнал кучайтиргичидан ташкил топган бўлади.

Қабулқилгичнинг кириш занжири антеннада ҳосил бўлган жуда кўп частотаси билан фарқланадиган сигналлардан керакли частотали сигнал ажратиб олиш учун қўлланилади. Кириш занжири одатда тебраниш контуридан иборат бўлиб, унинг параметрларини ўзгартириш билан турли частотали радиостанциялар сигналларини қабул қилиб олиш мумкин.

Кириш занжирларидан кейин турувчи юқори частота кучайтиргичи қабул қилинган сигналнинг ташувчи ташкил этувчинини кучайтириб беради.

Супергетеродинли қабулқилгичда ташувчи сигнал частотаси f_n ўртача частотали f_p сигналга айлантирилади. Бу вазифа аралаштиргичда (смеситель) бажарилади ва ҳосил бўлган ўрта сигнал частотаси $f_n = (f_n - f_c)$ формула билан аниқланади. Бу ерда f_r – гетеродин сигнал частотаси.

Сигналнинг f_n – ўртача частотаси қабулқилгич учун ўзгармас бўлади. Шу сабабдан қабулқилгич турли радиостанция сигналларига мосланганда ташувчи сигнал частотаси f_n ўзгариши билан гетеродин сигнали частотаси f_r ҳам ўзгартирилади. Бунинг учун частотаси ўзгарувчи генератор яъни гетеродин номли қурилма ишлатилади. Сигналнинг бундай ўзгариши частота ўзгартириш деб аталади.

Қабул қилинган юқори частотали сигналдан керакли маълумотни ажратиб олиш учун детектор хизмат қилади. Детекторда ажратиб олинган маълумот паст частота кучайтиргичларида кучайтирилиб тегишли қурилмага уланади. Масалан, телефон, радиокарнай, компьютер ва бошқалар.

Назорат саволлари.

1. Самолетга ўрнатилган радиоалоқавий станция тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
2. Радиостанциянинг узаткич блоки нималардан ташкил топган?
3. Радиостанциянинг қабулқилгич блоки нималардан ташкил топган?
4. Радиостанцияда қандай антенна ишлатилади ва самолетнинг қайси жойига ўрнатилади?

§ 2.6 Узоқдан алоқа радиостанциялари

Замонавий учиш аппаратларида узоқдан алоқа (1000-6000 м) боғлаш учун қисқа тўлқинли (КВ) радиостанциялар ишлатилади. қисқа тўлқинда ишловчи радиостанциялар ёрдамида кидирилмайдиган (беспоисковая) ва созланмайдиган (бесподстроечная). Симплекс радио телефон ва радиотелеграф алоқа экипаж билан ҳаво ҳаракатини бошқарувчи диспетчерлик хизматчилари орасида боғланади.

Узоқдан алоқа қилувчи КВ радиостанцияларга «Ядро», «Микрон», «Карат» радиостанцияларини мисол келтириш мумкин.

Хозирги кунда «Карат» ва «Микрон» радиостанцияларининг урнига «Ядро-1» ва «Ядро-2» номли узоқдан алоқа радиостанциялари ишлатилмоқда.



Расм. «Ядро».

Қисқа тўлқинли радиостанция «Ядро». «Ядро» радиостанцияси учиш аппарат бортига жойлаштирилган бўлиб, қисқа тўлқинда (КВ) ишловчи қабул-қилгичи ва узаткичи орқали ҳаводаги экипажлар орасида ва экипаж билан ердаги диспетчерлар орасида кидирилмайдиган ва созланмайдиган алоқани боғлашни таъминлаб беради.

Ядро радиостанция таркибига амортизацион таглик, қабул қилиб кўзгатувчи (приемовозбудитель), қувват кучайтиргич, антеннага созловчи қурилма, керакли частотани танловчи бошқарув пульти ва электр таъминот манбаи киради.

Ўрнатиладиган учиш аппаратга типига қараб Ядро-1 радиостанциянинг 6 варианти мавжуд яъни Яр1-А, Яр1-Б, Яр1-В, Яр1-Г, Я1-Д, Яр1-Е.

Радиостанция блоклар бўйича қурилган бўлади. Блоклар эса ўз навбатида субблокларга бўлинади. Бир турдаги блок ва субблоклар ўзаро алмашувчан бўлади. Антеннага созловчи қурилмаси бор вариантдан ташқари радиостанциянинг барча блоклари герметизацияланмаган бўлади.

Радиостанциянинг қабул қилиб кўзгатувчиси ва қувват кучайтиргичи умумий амортизацион тагликга ўрнатиладиган (расм-) моноблокда йиғилган бўлади.

Антеннага созловчи қурилма бошқарув блоки радиостанция тузилишига кирувчи амортизаторга ўрнатилади. Белгилаш радиостанция дистанцион бошқарув пульти орқали бошқарилади. Пулт ёрдамида частотасини танлаш, ишлаш турини белгилаш, карнай товуши баландлигини бошқариш, шовқин даражасини камайтириш, киритилган назорат тизимини ишга тушириш вазибалари амалга оширилади.

Кирилган назорат тизими орқали радиостанция бузилмаганлиги текширилганда экипаж олдидаги панелга ўрнатилган индикаторлар солаш даври, халокат режими ҳолати, ишлаш турини ва аниқлаш инкомини беради.

«Ядро» узокдан алоқа радиостанцияларининг параметрлар

	Ядро-1	Ядро-2
Частоталар оралиғи, МГц.....	2...30.....	2...18
Частоталар дискретлиги, Гц.....	100.....	100
Частоталар ўзгармаслиги.....	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$
Узаткичнинг пик қуввати, Вт.....	400.....	100
Қабулқилгич сезгирлиги, Мкв.....	3 – 5.....	3 – 5
Частоталар солашиш вақти, с.....	8.....	5
Манба кучланиши.....	27 В.....	27 В
	115, 200В / 400 Гц	
Огирлик, кг.....	16.....	16



Расм. Радиостанция «Микрон»

Қиска тўлқинли радиостанция «Микрон». «Микрон» радиостанцияси ҳаводаги экипаж билан ердаги диспетчерлик хизматчилари ва бошқа учиш аппарат экипажлари орасидаги симплекс радиотелефон ва радиотелеграф алоқа боғлаш учун ишлатилади.

«Микрон» радиостанциясининг ўзига хос хусусияти шундан иборатки, у 100 Гц частоталар фарқида 220 000 та частотада кидирилмайдиган ва соланмайдиган алоқани таъминлайди. Дистанцион пулт орқали радиостанциянинг хоҳлаган каналини аввалдан соламасдан танлаб олиш мумкин.

«Микрон» узокдан алоқа радиостанциянинг параметрлар

Частоталар оралиғи, МГц.....	2...24
Частоталар дискретлиги, Гц.....	100
Частоталар ўзгармаслиги,.....	$0,5 \cdot 10^{-6}$
Узаткичнинг пик қуввати, Вт.....	400
Қабулқилгич сезгирлиги, Мкв.....	1 – 5
Частоталар солашиш вақти, с.....	26
Манба кучланиши.....	27 В
	115, 200 В / 400 Гц
Огирлик, кг.....	35

«Микрон» радиостанциясида унга киливчи сигнал танловчи «Селкол» тизими бўлади. «Селкол» тизими ёрдамида ҳалақатлар ушланиб қолиб, сиг-

нал радиостанцияга ўтказилади. Шу сабабдан экипаж аъзоларини учиш даврида доимо алоқада бўлишдан озод қилади.

«Микрон» радиостанциясининг қўйидаги алоқа режимлари мавжуд.

1. Амплитудавий модуляцияланган телефон режими – режим АМ.

2. Бир полосали модуляцияланган ташувчи йўқотилган телефон режими – режим ОМ.

3. Бир полосали модуляцияланган ташувчи қисман йўқотилган телефон режими – режим ОМН.

4. Амплитудавий модуляцияланган телеграф режими – режим АТ.

«Микрон» радиостанция мажмуаси қабулқилгичузаткич блоки, қабулқилибқўзгатувчи блок, истеъмол манба блоки, қувват кучайтиргич блоки, амартизацион таглик, антеннага мословчи қурилма, дистанцион бошқарув пульти, паст частота фильтри, текширув – назорат асбоби, телеграф узиб – улагичи, антенна коммутатори ва АГ-3 авиагарнитурадан ташкил топган.

«Микрон» радиостанциясининг асосий блоки қабулқилгич узаткич бўлиб, унинг барча асбоблари умумий тагликга жойлаштирилиб маҳкамланган бўлади. Тагликда барча асбобларнинг ички ва ташқи электр уланиши учун кабеллар ҳам жойлаштирилган бўлади.

Радиостанциянинг қабулқилгичузаткич блокида сигнал қабул қилишдаги ва атрофга узатишдаги содир бўладиган барча ўзгартиришлар амалга оширилади. Унинг қабулқилибқўзгатувчиси «Передача» режимида узаткич генераторининг юқористабиллашган дискрет кўзгатувчиси сифатида ишлатилади. «Прием» режимида эса уч марта частота ўзгартирувчи юқористабиллашган супергетеродин қабулқилгич сифатида ишлатилади ва частоталари дискрет соланади.



Расм. «Микрон» нинг пульти

Бир полосали сигнал электромеханик фильтрада 500 кГц ли ўртача частота трактида ажратиб олинади, ташувчи частота сигналининг ташкил этувчилари баланс модуляторда йўқотилади.

Таянч частота датчиги қабулқилибқўзгатувчи учун юқористабиллашган гетеродин кучланишининг дискрет частоталарини ҳосил қилиш учун хизмат қилади.

Қувват кучайтиргичи қабулқилибқўзгатувчи чиқишидаги юқори частота сигналларни керакли қувватга кучайтириб мословчи қурилма орқали тарқатувчи антеннага фақат «Прием» режимида узатади.

Радиостанцияда бир полосали мадуляцияланган сигнал фильтрлаш усулида шакллантирилади. Бунинг учун электромеханик фильтрдан фойдаланилади. Бир

Назорат саволлари.

1. Узоқдан алоқа радиостанциялари қайси частоталар орасида ишлайди?
2. «Ядро» радиостанция таркибини тушунтириб беринг.
3. «Ядро» радиостанцияси қандай параметрларга эга?
4. «Микрон» радиостанциянинг таркибий қисмлари нималардан иборат?
5. «Микрон» радиостанциясининг параметрлари қандай?
6. Амортизация таълик қандай вазифани бажаради.

§ 2.7 Яқиндан алоқа радиостанциялари

Яқиндан алоқа радиостанциялари учиш аппарат экипажи билан ердаги диспетчерлик хизматчилари ва учаётган вақтда бошқа учиш аппарат экипажи орасидаги радиоалоқа боғлаш учун ишлатилади.

Яқиндан алоқа радиостанцияси ўта қисқа тўлқинда (УКВ) ишлатилиб, кидирилмайдиган ва созланмайдиган икки томонламали алоқани амалга оширади. Бундай радиостанцияларга Баклан-5, Баклан-20, Ландыш-5, Ландыш-20, каби радиостанцияларни мисол келтиришимиз мумкин. Улар орасида хозирги кунда купрок «Баклан» радиостанциялари ишлатилмоқда. Чунки улар замонавий таркибий қисмларда қурилган ва Рақамли қурилмаларни ишлатилади. Баклан-5 радиостанция таркибига қабул қилгичузаткич, амортизация таглик, узокдан бошқарув пульти ва қўшимча кучайтиргич блоклари киради.



Расм. Радиостанция «Баклан»

Баклан-5 радиостанциясида частоталарнинг дискрет кийматларини ҳосил қилиш учун частотаси фазавий автоматик созланган юқори стабиллашган кварц генератори қўлланган бўлиб Рақамли усул ишлатилган.

Баклан-5 радиостанциясининг қабулқилгичузаткич блоки қабулқилгич тракти, узаткич тракти ва юқори частота қувват

кучайтиргичи, модулятор ва частота синтезаторидан ташкил топган.

Қабулқилгич бир марта частота ўзгартиргичли супергетеродин схемаси бўйича қурилган. Унинг таркиби юқори частота кучайтиргичи аралаштиргич, ўртача частота кучайтиргичи, детектор, паст частота кучайтиргичи ҳалақитларни пасайтирувчи тизим, тавуш кучини автоматик ростлагичи, кучайтиришни автоматик ростлаш тизими, «Селкол» кучайтиргичи каби қурилмалардан ташкил топган.

Баклан-5 радиостанциясининг узаткич тракти модулятор ва қувват кучайтиргичидан иборат. Қувват кучайтиргич кенг полосали бўлиб, транзисторда қурилган. Модулятор амплитудавий модуляция жараёнини бажаради.

Частота дискретлигини ҳосил қилувчи синтезатор «Прием» режимида қабулқилгичнинг гетеродини бўлиб ишлайди ва $138,000 \div 155,975$ МГц частотали сигналларни 25 кГц дискретликда ишлаб чиқаришни амалга оширади.



Расм. Яқиндан алоқа радиостанция «Орлан-85СТ»



Расм. Яқиндан алоқа радиостанция «Юрок»

«Передача» режимида узаткич кўзгатувчиси бўлиб $118,000 \div 135,975$ МГц частотали сигналларни 25 кГц дискретликда ишлаб чиқаришни амалга оширади. Булардан ташқари синтезатор қабулқилгичнинг кириш занжирларининг частотасини ўзгартирадиган бошқарув кучланиши ишлаб чиқаради ва узаткичнинг «Прием» режимидан «Передача» режимига ўтишда керак бўлган кечиктириш

вақтини таъминлайди, синтезаторнинг ўтиш жараёни тугагунча каналларга уланишни таъминлайди ва синтезатор бузилиб колганда узаткич ишини тухтади.

Радиостанциянинг узоқдан бошқарув пульти ундан 40 метргача узоқликда жойлаштирилиши мумкин. Пультининг ёрдамида радиостанциянинг режимлари ўзгартирилиши, алоқа канали танланиши ва бошқа вазифалар амалга оширилади.

Баклан-5 радиостанциясининг параметрлари қўйидагилардан иборат:

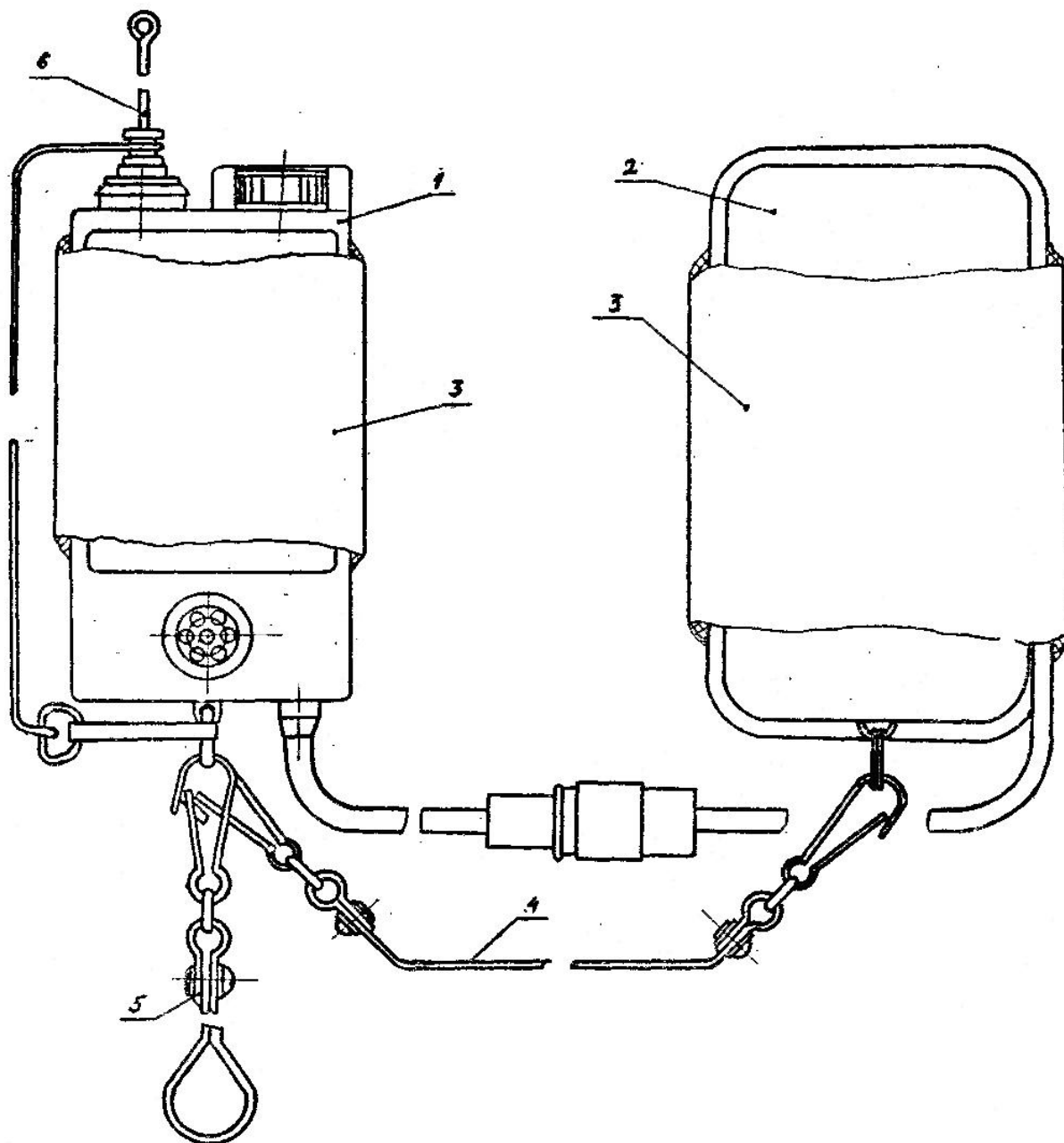
Частоталар оралиғи	118,000 ÷ 135,975 МГц.
Алоқа каналлари сони	720
Кўшни каналлар орасидаги частоталар ўзгариши	25 кГц.
Узаткичнинг чиқиш қуввати	5 Вт.
Қабулқилгич сезгирлиги	2,5 мкВ.
Оғирлиги	5 кг.

Назорат саволлари.

1. Яқиндан алоқа радиостанциялари қайси частоталарни ишлатади?
2. Яқиндан алоқа радиостанциялари антеннаси учиш аппаратининг қайси қисмига жойлаштирилади?
3. «Баклан» радиостанциясининг таркибий қисмлари нималардан иборат?
4. «Баклан» радиостанциясининг параметрларини айтиб беринг.

§ 2.8 Р-855 радиостанцияси

Р-855А1 радиостанцияси халоқатга учраган самолёт ёки вертолёт экипаж аъзоларининг учувчи қидирув-қутқарув қурилмалари билан икки томонлама радиоалоқа боғлаб, уларни экипаж турган жойга олиб келиш учун ишлатилади. Унинг таркибига қабулқилгичузатгич, «Прибой-2С» батареяси, антенна, камарлар ва қобик киради (расм. А).

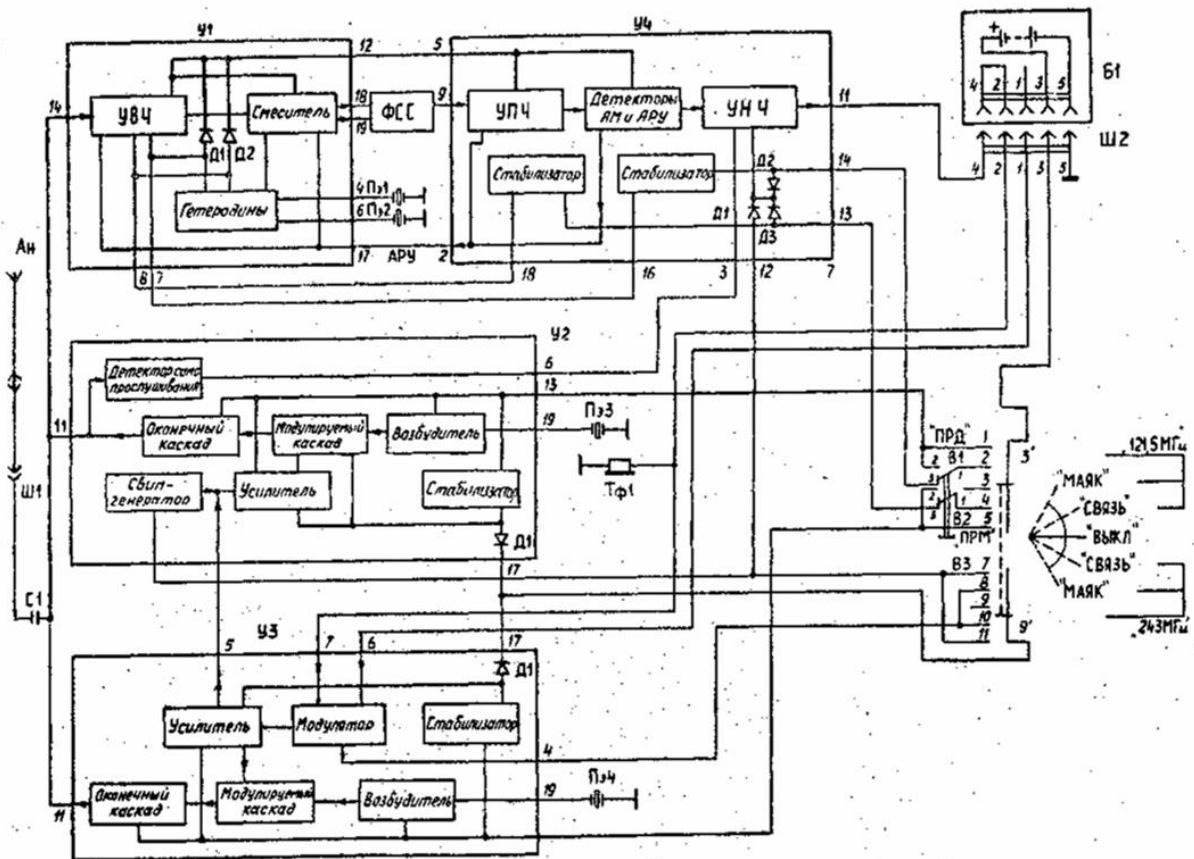


Расм.А. Р-855.

Р-855 радиостанциянинг функционал схемаси Б-расмда келтирилган.

Радиостанциянинг узаткичи икки трактдан иборат бўлиб, биттаси 121,5 МГц частотага, иккинчиси 243 МГц частотага эга бўлади.

Хар бир тракт уч асосий каскадлардан иборат бўлади, улар уйғотгич, модуляцияланадиган ва чекиш каскадларидир.



Расм.Б.

121,5 МГц канал тракти У2 микросборкада, 243 МГц канал тракти эса У3 микросборкасида бажарилган. Улардан ташқари яна қўшимча каскадлар ҳам бўлиши мумкин. У2 микросборкага қўйидаги қўшимча каскадлар кучланиш стабилизатори, 121,5 МГц тракт модулятори, свин-генератор ва узи эшитувчи детектор жойлаштирилган. У3 микросборкада эса кучланиш стабилизатори, 243 МГц тракт модулятор кучайтиргичи ва модулятор жойлаштирилган бўлади.

Свин-генератор ва ўзи эшитувчи детектор фақат «Маяк» режимида, модулятор фақат «Алоқа» режимида, модулятор кучайтиргичи эса тегишли канал узаткичларининг барча режимларида ишлатилади.

Р-855 радиостанциянинг қабулқилгич тузилиши частотани бир марта ўзгартирувчи супергетеродин схемасидан ташкил топган бўлиб У1 ва У4 микросборкаларда бажарилган.

Антенна сигнали С1 конденсатор орқали юқори частота кучайтиргичига (ЮЧК) уланган бўлиб, ЮЧК сигнали эса аралаштиргичга (смеситель) уланади. Юқори частота кучайтиргичи, аралаштиргич ва гетеродин У1 микросборкасида жойлаштирилади. Аралаштиргич чиқишидаги сигнал фазавий селекторга уланган бўлиб, селекторда ўртача частота ажратиб олинади. ўртача частота сигнали ўртача частота кучайтиргичида кучайтирилиб, амплитудавий модуляцияланган сигнал детекторидан ажратиб олинади. Детектордан

чиққан сигнал паст частота кучайтиргичида кучайтирилиб, Ш2 разъёми орқали ички ажралувчи микротелефон ёки шлемофон телефонига уланади. Қабулқилгичнинг барча каскадлари, паст частота кучайтиргичдан мустасно, иккита стабилизатордан манбаланган бўлади.

Паст частота кучайтиргичи узаткичнинг «Маяк» режимида ишлатилади. ўртача частота кучайтиргичи ва кучланиш стабилизатори У4 микросборкасига жойлаштирилган.

Р-855 ўта қисқа тўлқинли, симплекс, кўтариб юриладиган, камўлчамли, шахсий ишлатилувчи радиостанциядир.

Р-855 «Алоқа» режимида радиотелефон, «Маяк» режимида радиомаяк бўлиб ишлайди.

Р-855 ишлайдиган частоталари 121,5 ва 243 МГц бўлиб 50 [Ом] эквивалент қаршиликли антеннага эга, манба кучланиши номинал бўлчандаги, агар узатгич қуввати 100 мВт манба кучланиши минимал бўлса, 70 мВт. Радиостанциянинг чиқиш сигнали 1000 Гц модуляцияловчи сигнал билан амплитудавий модуляцияланган.

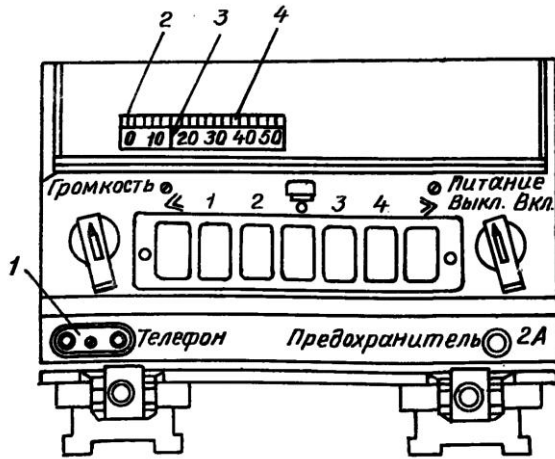
Қабулқилгич сезгирлиги 10 мкВ дан кам эмас, чиқишидаги кучланиш 1,25 В дан кам бўлмайди.

Радиостанциянинг манбаи бўлиб «Прибой-2С» батареяси хизмат қилади. Унинг номинал кучланиши 8,5 [В].

Назорат саволлари.

1. Р-855 радиостанциянинг вазифаси қандай?
2. Р-855 радиостанциянинг таркибий қисмларини тушунтириб беринг.
3. Радиостанция қандай режимларга эга?
4. Радиостанциянинг қабулқилгичи тузилишини тушунтириб беринг.

§ 2.9 Самолет магнитофони «Арфа-МБ»



Расм. «Арфа-МБ» магнитофон олдидан кўрилиши

Бортдаги «Арфа-МБ» магнитофони учиш аппарат бортида мусикий дастурларни эшиттириш учун қўлланади.

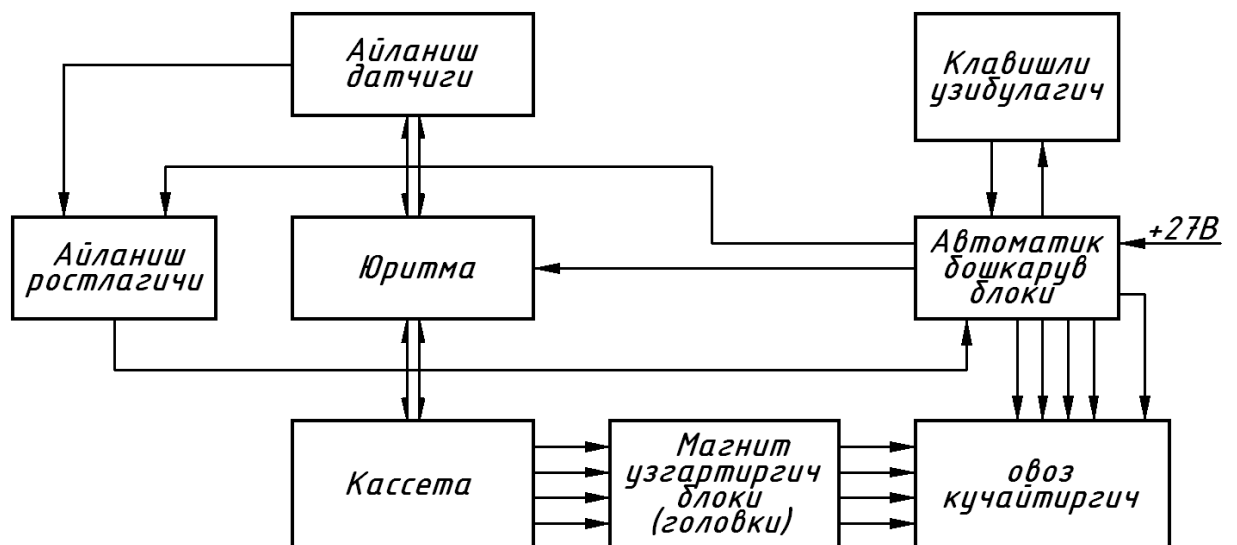
Бортдаги «Арфа-МБ» магнитофони бортида турувчи ва ерда турувчи ташкил этувчилардан иборат.

Бортида турувчи ташкил этувчиси фақат бортида мусиқа эшиттириш учун, ерда турувчи ташкил этувчиси мусикий дастурларни ёзиб олиш учун ишлатилади. Бортида турувчи ташкил этувчиси комплектига тўрт

йўлли эшиттирувчи магнитофон билан кассеталар киради. Эшиттирувчи магнитофонда учта режим мавжуд. Булар кутадиган «Стоп», эшиттирувчи ва ўтказиб ўровчи режимлардир.

Магнитофоннинг техник параметрлари қуйидагилардан иборат.

Эшиттирувчи канал сони	4 дона.
Эшиттириш вақтида тасма ҳаракат тезлиги	9,53 см / сек.
Ҳар бир канал эшиттириш вақти	45 мин.
Иккила томонга ҳам ўтказиб ўраш вақти	10 мин.
Ишлаш частоталар оралиғи	100÷800 Гц.
Истеъмол манбаи	+ 27 [В]
Истеъмол қуввати	20 Вт.

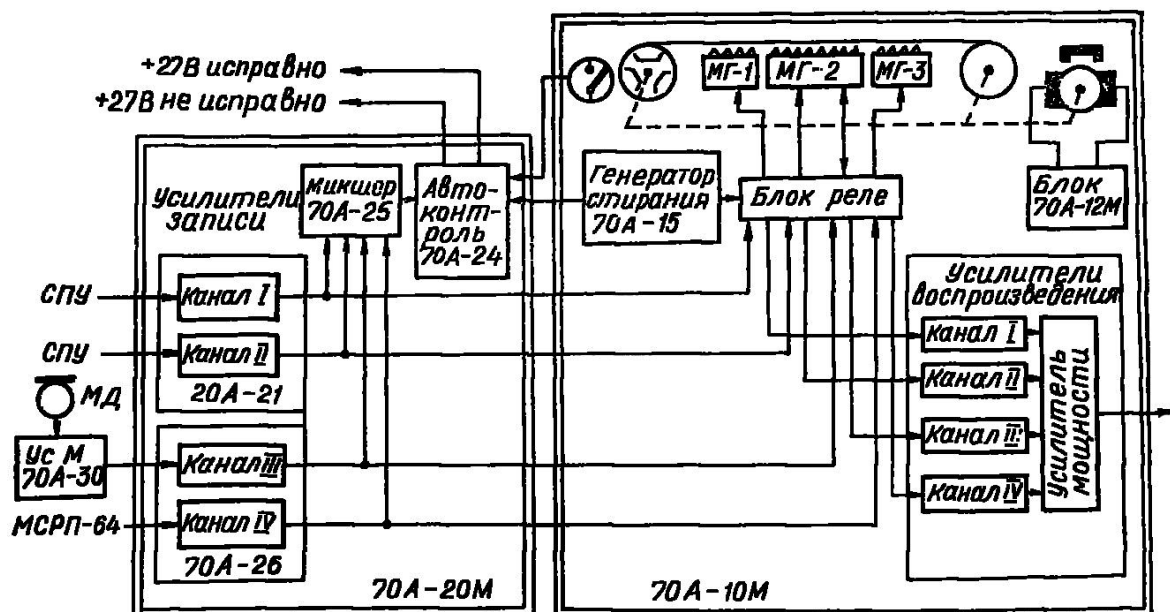


Расм. «Арфа-МБ» магнитофон тузилиш схемаси

Назорат саволлари.

1. «Арфа МБ» магнитофонининг вазифаси қандай?
2. «Арфа МБ» магнитофон самолетнинг қайси қисмига жойлаштирилади?
3. «Арфа МБ» магнитофон қандай ташкил этувчиларга эга?
4. «Арфа МБ» магнитофонининг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.

§ 2.10 Экипаж сўзлашувларини ёзиб олувчи қурилма «Марс-БМ»



Расм. «Марс-БМ» магнитофонининг функционал схемаси

Экипаж сўзлашувларини ёзиб олувчи қурилма бортдаги кўпканалли ҳа-лоқат «Марс-БМ» магнитофони бўлиб, унинг ёрдамида учиш аппарат экипаж аъзолари орасидаги хизмат бўйича сўзлашувларни, учиш аппарат экипажи билан ердаги диспетчерлик хизматчилари орасидаги сўзлашувларни ёзиб олиш мулжалланган. Бундан ташқари учиш параметрларини қайд қилувчи жиҳоз МСРП дан синхрон вақт белгиларини ҳам ёзиб олади. Бу ёзиб олиш МСРП да қайд қилинган маълумотларга вақт бўйича мослаш учун керак.

«Марс-БМ» авиагарнитура МСРП нинг мословчи қурилмаси билан бир-га ишлашга мўлжалланган.

«Марс-БМ» параметрлари қўйидагилардан иборат.

Ёзувчи канал сони	4 дона.
Сўзлашув маълумоти частоталар оралиғи	300÷3400 Гц.
I ва II каналлар кириш сигнали катталиғи	0,02÷0,6 [В].
	0,6÷18 [В].
	3÷90 [В].
III канал кириш сигнали катталиғи	7÷10 [В].
IV канал импульс сигнали катталиғи.....	3÷5 [В].
Икки томонга ёзув вақти	30 мин. кам эмас.
Манба кучланиши	+ 27 [В].

«Марс-БМ» магнитофони ёзувчи апаратура ва кучайтиргичдан ташқил топган. Унинг таркибида яна бортда турувчи магнитофон ишлаш ҳолатини текширувчи пулт ва ерда турувчи пултлари ҳам бўлади.

«Марс-БМ» ёзиб олувчи жиҳоз учиш апарат мотори ишга тушишидан олдин ёқилган бўлиб, учиш апарат тўла тўхтагандан сўнг ўчирилади. «Марс-БМ» жиҳозига унинг тўғри ишлаётгани ёки бузуқлигини кўрсатувчи индикатор жойлаштирилган. Бузилган «Марс-БМ» жиҳози билан учиш апаратининг учишга чиқиши мумкин эмас.

Назорат саволлари.

1. «Марс-БМ» қурилмасининг вазифалари қандай?
2. «Марс-БМ» самолетнинг қайси қисмига жойлаштирилади?
3. «Марс-БМ» қурилмасида нечта ёзувчи канал мавжуд?
4. «Марс-БМ» магнитофонинг таркибий қисмлари нималардан иборат?

III БОБ. РАДИОЛОКАЦИОН ЖИҲОЗЛАР.

§ 3.1 Радиолокациянинг асосий тушунчалари

Радиолокацион жиҳозлар радиотўлқинларнинг хоссаларидан фойдаланишга асосланиб курилади. Бундай хоссалар радиотўлқинларнинг қайтиш эффекти, нурланиш ва қайта нурланиш ходисаларидир.

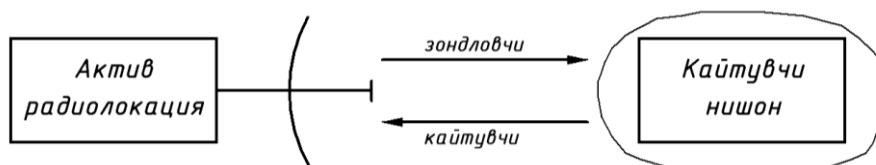
Радиолокацион жиҳозлар ёрдамида ҳаракатдаги турли нишонларни аниқлаш, улар ҳаракати параметрларини ўлчаш вазифалари бажарилади.

Нишонни аниқлаш, унинг координаталари ва ҳаракат параметрларини ўлчаш жараёни радиолокацион кузатув деб аталади. Бундай жараённи бажарадиган тизим ва қурилмалар радиолокацион станция ёки радиолокатор деб аталади.

Радиолокацион нишонни аниқлаш услубига қараб радиолокация жараёни актив радиолокация, пасив радиолокация ва актив жавобли актив радиолокация турларига бўлинади.

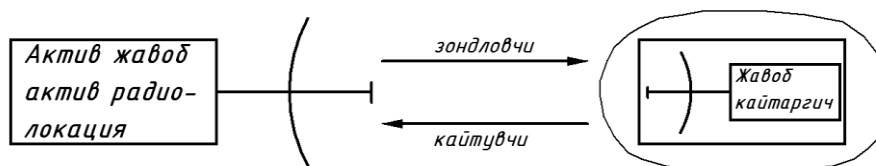
Актив радиолокация (...расм) усули радиолокацион станция узаткичи радиолокацион кузатув жараёнида тарқатган электромагнит тўлқинлари нишондан қайтганидан сўнг қабулқилгичи орқали қабул қилиб олишга асосланган.

Бу ерда радиостанциянинг қабулқилгичи қайтган сигнални қайта ишлаб нишон тўғрисидаги маълумотни ажратиб олади. Радиолокацион станция узаткичи нурлатган (тарқатган) сигнал зондловчи ва қабулқилгичи қабул қилган сигнал қайтган сигнал деб аталади.



Расм. Актив радиолокация

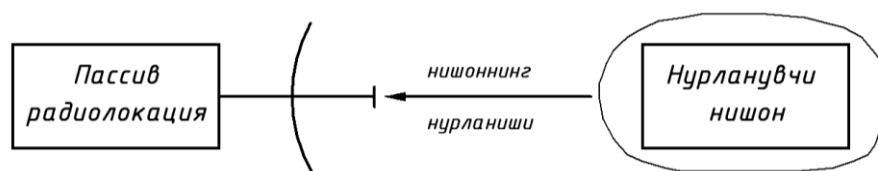
Актив радиолокациянинг бошқа тури актив жавобли туридир (...расм). Бундай усул тизимда радиолокацион кузатув нишонидан махсус ретрансляцион қабулқилгичузаткич ўрнатилган бўлиб, унинг қабулқилгичи радиолокацион станция сигналини қабул қилиб олгандан сўнг, қайта ишлаб узаткичи орқали атрофга шифрланган жавоб сигнали тарқатади. Бундай сигнал радиолокацион станция қабулқилгичида қабул қилиниб нишон тўғрисидаги маълумотларни олади.



Расм. Актив жавобли актив радиолокация

Нишонга кўйилган жавобқайтаргичнинг мавжудлиги радиолокацион станциянинг таъсир доирасини катталаштиради.

Пассив радиолокация температураси абсолют нольдан фарқ қиладиган жисмларнинг табиий нурланиш хоссаларидан фойдаланишга асосланган (...расм).



Расм. Пассив радиолокация

Нишоннинг нурланиши иссиқлик нури кўринишида бўлганлиги учун пассив радиолокация бошқача қилиб иссиқлик локация деб ҳам аталади.

Пассив радиолокациянинг афзалликлари шундан иборатки, бу тизимда радиотўлқин узаткич йўқлигидир. Лекин таъсир доираси нишоннинг иссиқлик даражасига боғлиқ бўлади. Шу сабабдан пассив радиолокацияда нишоннинг узоқлигини ўлчаш мумкин эмас, бунда фақат нишоннинг йўналиши (пеленг) аниқланади (радиопеленговение).

Авиация соҳасида самолетларни бошқариш учун актив радиолокация ва актив жавобли актив радиолокация турлари ишлатилади.

Пассив радиолокация ҳаракатдаги нишонни аниқлаш ва йўқ қилиш учун ҳарбий мақсадларда ишлатилиб келинмоқда.

Назорат саволлари.

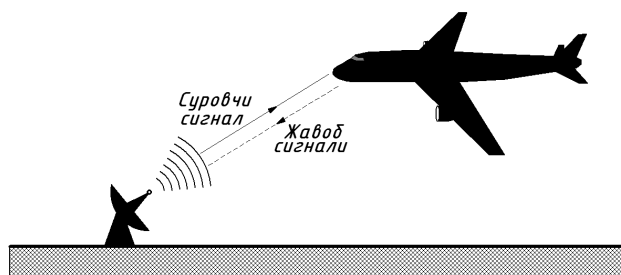
1. Радиолокациянинг актив радиолокация турини тушунтириб беринг.
2. Радиолокациянинг актив жавобли актив радиолокация турини тушунтириб беринг.
3. Радиолокациянинг пассив радиолокация турини тушунтириб беринг.

§ 3.2 Радиолокацион станция куриш негизи

Учиш аппаратларининг радиолокацион станциялари учиш аппарат олдидаги ярим шарда ҳосил бўладиган хавфли метеоходисаларни аниқлаш (момакалдирокли ҳолат, буралувчи кучли булутлар), ер юзаси кўринмайдиган вақтда радиолокацион картадан мўлжал олиш, учиш траекториясида содир бўлувчи тўсиқларга (учиш аппарат, тоғ чўққилари ва бошқаларга) урилиб кетиш олдини олиш, тоғ чўққилари устидан учиш ўтаётганда хавфсиз баландликни аниқлаш ишларида қўлланадилар. Булардан ташқари радиолокацион станциялар катор навигацион параметрларни (йўл тезлиги, оғиш бурчаги, азимут ва б.) аниқлаш учун ҳам ишлатилади.

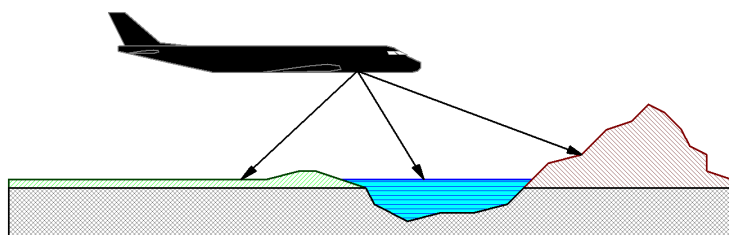
Замонавий учиш аппаратлари радиолокациянинг актив радиолокация турини ишлатади. Бунда ўлчамлари радиотўлқинларнинг тўлқин узунлигидан катта тўсиқлардан тўлқиннинг қайтиш хоссаларидан фойдаланилади.

Радиолокацион станцияда учиш аппарат поляр координата тизими маркази бўлган ҳолатда радиолокацион кузатув нишонларининг координаталарини (азимут, узоқлик) аниқлаш учун нурланган ва қайтган электромагнит тўлқинларнинг тезлиги ўзгармаслиги ва радиал тарқалиш хоссалари ишлатилади расм.



Расм. Тўлқиннинг нурланиши ва қайтиши.

Радиолокацион кузатув ёрдамида нишоннинг радиолокацион тасвири экранда ёруглик белгилари бўлиб нишондан учиш аппаратигача бўлган маъсофани аниқловчи масштабда очилади ва бурчак координатани (азимутни) ҳам кўрсатиб беради. Бундай ҳолатда экраннинг ёруглиги қайтган нур яъни нишоннинг тўлқин қайтариш хоссасига боғлиқ бўлади. Шу сабабдан катта шаҳар ва темир бетон қурилмалардан қайтган нур ҳосил қилган ёруглик, майсазор ва урмонзорлардан қайтган нур ҳосил қилган ёругликдан кучли бўлади. Сув юзасига нур қайси бурчакда тушса шу бурчакда қайтади. Шунинг учун радиостанция антеннага қайтган нур деярли келиб тушмайди, экранда сув юзаси коронғи бўлақлар бўлиб кўринади (расм).

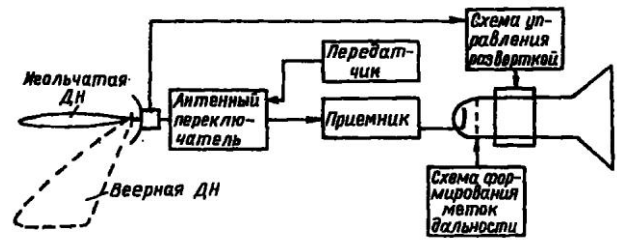


Расм. Радиолокацион кузатув.

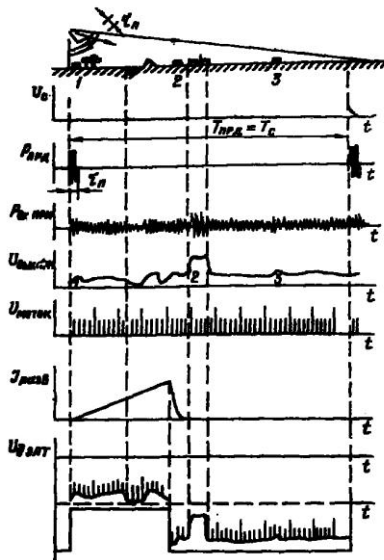
Бортдаги радиолокацион станциянинг тузилиш схемаси ... расмда кўрсатилган.

Радиолокацион станция импульс режимда ишлайди. Бундай режим радиостанция антеннасини сигнал қабул қилиш ва узатиш вақтида ишлатишга ҳамда катта қувватли сигнални камқувватли электр манбаидан пайдо қилиш имкониятини беради.

Радиолокацион станция узаткичи юқори частотали қисқа вақтли (3 мкс) тебранишларни даврий ишлаб чиқаради. Узаткичнинг импульслари такрорланиш даври шундай танлаб олинадики, бу вақт ичида энг узокдаги нишондан қайтган сигнал радиолокацион станция қабулқилгичи киришига узаткичдан тарқалаётган кейинги импульс тарқалиш вақтигача келиб тушишини керак.



Расм.



Расм

Шундай қилиб узаткич тарқатган импульслари орасидаги вақтда кузатув зонасида бўлган барча нишонлардан қайтган сигналлар радиостанция қабулқилгичига келиб тушади ва у ерда ўзгартирилиб, кучайтирилиб, ажратиб олинади ва қисқа импульс шаклида электронур трубкиси бошқарув электродига узатилади. Индикатор экранида ёруглиги ўзгаришчан белги ҳосил қилади.

Радиолокацион станция ишлашини тушунтирувчи кучланишлар диаграммаси ... расмда келтирилган.

Антенна узиб-улагичи радиолокацион станциянинг узаткичини атрофга юқори частота сигнали тарқатаётган вақтда антеннага улаб, сигнал тарқалмаётган вақтда радиолокацион станциянинг қабулқилгичини антеннага улаш учун хизмат қилади.

Бортдаги радиолокацион станцияларнинг антенналари параболик куринишда бўлиб самолет олдидаги ярим шарни кузатиш учун нина шаклда йўналтирилган диаграммали нур ҳосил қилади.

Ер юзасини кузатиш учун горизонтал текисликда $1 \div 5^\circ$ бўлган ингичка нур, вертикал текисликда эса соғилувчан диаграммали нур ишлатилади. Бундай нурлар ёрдамида радиолокацион станция кузатаётган барча юзачалар кўринади. Индикатор экранида бир бирига ўхшаш нишонлар белгилари бир хил ёругликда бўлади. Радиолокацион станция қабулқилгичи киришида бир бирига ўхшаш нишондан қайтган нур катталиклари «борт-ер-борт» оралиғида ўтган йўли узунлигига боғлиқ бўлади. Нишон қанча узок бўлса йўлда сигнал шунча кўп йўқолади. Шунинг учун учиш аппаратига яқин нишонлар-

дан пайдо бўлган белги ёруглиғи катта бўлади. Бундан хулоса шуки, узокдаги нишон ёруглиғи кам ва яқиндаги нишон ёруглиғи катта белгилар ҳосил қилиб, операторда нишон тўғрисида тегишли маълумот ҳосил қилади.

Назорат саволлари.

1. Радиолокацион станция ишлаши қандай ходисага асосланган?
2. Радиолокацион станция қандай вазифаларни бажаради?
3. Радиолокацион кузатувни тушунтириб беринг.
4. Радиолокацион станция тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
5. Радиолокацион станцияда қандай антенна ишлатилади?

§ 3.3 Бортдаги метеонавигацион радиолокацион станция «Гроза»

«Гроза» номли метеонавигацион радиолокацион станция (МНРЛС) куп-максадли импульс радиолокацион станция булиб, фуқаро авиациясининг турли типдаги самолётларига ўрнатилади.



Расм

Учиш аппаратларнинг турларига қараб «Гроза» МНРЛС станциянинг «Гроза», «Гроза-154», «Гроза-62», «Гроза-40» ва бошқа турлари мавжуд. Уларнинг барча турлари қўрилиш негизи, ишлаш режимлари ва бажарадиган вазифалари билан бир-бирига ўхшаш бўлади. Улар ташкил этувчи қурилмалари, захира блоклари, тузилиш схемаси, антеннаси, индикатор блоки, қабулқилгичи ва узатгичи параметрлари ва бортда турувчи навигацион жиҳозлар билан боғланиши бўйича фарқ қиладилар.

«Гроза» радиостанцияси индикатор экранда учиш учун хавфли зоналар, хавфли булутлар ердаги жойларнинг радиолокацион тасвирини ҳосил қилади.

Радиолокацион станция экранда ҳосил бўлган тасвир орқали экипаж ердаги мулжалларнинг координаталарини (азимут, узоқлик) аниқлаши, учиш аппарати олдидаги яримшарда мавжуд бўлган тўсиқларни аниқлаши, улар билан тукнашувни олдини олиши, ердаги мулжалга қараб учиши, қўниш аэродроми ва учиш-қўниш йўлини (ВПП) аниқлаш ишларини бажариши мумкин бўлади. Булардан ташқари «Гроза» радиостанцияси яримавтоматик доплер йўл тезлиги ва оғиш бурчаги ўлчагичи сифатида ҳам ишлатилиши мумкин.

«Гроза» радиолокацион станциянинг барча турлари таркиби антенна блоки, қабулқилгичузаткич, индикатор, антеннани стабилловчи ва бошқарувчи блок ва станциянинг асосий блокларини улаб-ўчирувчи қўшимча қурилмадан иборат бўлади.

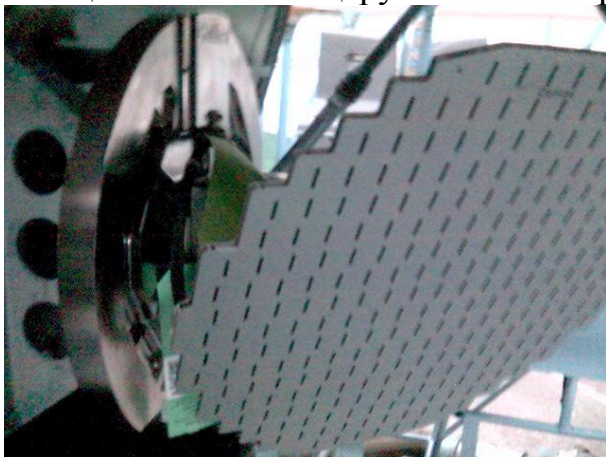


Расм. МНРЛС «Контур-10Ц»

«Гроза» радиолокацион станциянинг антеннаси узатгич сигналларини тарқатиш ва учувчи аппарат олди яримшарини кузатув вақтида бир шаклда йўналтирилган диаграмма зонасидаги қайтган сигналларни қабул қилишни таъминлайди. Антенна параболик шаклда бўлиб, горизонтал ва вертикал

текислик бўйича харакатлашувчан бўлади (расм ...). Бундай антеннанинг камчилиги учиш-қўниш вақтидаги урилиш ва титрашларга сезгирликдир. Хозирги кунда харакатлашувчи антенна ўрнига самолет корпусига маҳкамланган харакатланмайдиган антенна тўри ишлашмоқда.

«Гроза» радиолокацион станциянинг антеннаси самолётнинг тумшук қисмига жойлаштиришга мувапфаланган. Индикация блокада электроннур трубка ёювчи схемаси билан бўлади. Блокнинг юз томонида радиолокацион станция ишини бошқарувчи асосий органлар жойлашган бўлади. ... расм.



Расм. TWR-850

Индикатор блокада қўйидагича ёйиш масштаблари мавжуд бўлади:

– «30» ёйиш, узоклик белги масштаби 10 км бўлган 0 дан 30 кмгача узоклик;

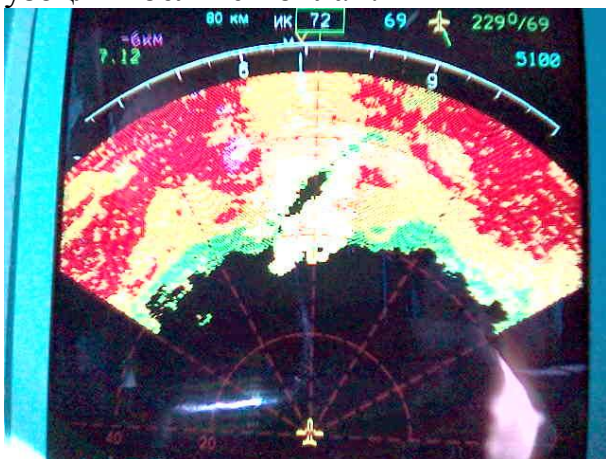
– «50» ёйиш, узоклик белги масштаби 10 км бўлган 0 дан 50 кмгача узоклик;

– «125» ёйиш бунда 0÷125 км узоклик 25 км масштабда узоклик белгиси билан;

– «250» ёйиш бунда 0÷250 км

узоклик 50 км масштабда узоклик белгиси билан;

– «275» ёйиш бунда 200 кмдан 350-400 кмгача узоклик 50 км масштабда узоклик белгиси билан.



Расм. Информация от МНРЛС на экране МФИ (многофункционального индикатора ЦПНК-114)

«Гроза» радиолокацион станция «Земля», «Метео», «Контур» ва «Снос» режимларига эга.

«Земля» режимда «Гроза» радиолокацион станция индикатор экранда ернинг радиолокацион картасини ҳосил қилади.

«Метео» режими учиш аппарати олди яримшардаги хавфли булут ва уларнинг координаталарини аниқлашга хизмат қилади.

«Контур» режимда хавфли булутларнинг хавфлилик даражаси баҳоланади.

«Снос» режими учиш аппаратининг оғиш бурчагини доплер эффектига асосланиб аниқлашда ишлатилади. Бу режимда радиолокацион станциянинг антеннаси автоматик тухтатилиб, қўлда бошқаришга ўтилади.

Оғиш бурчаги индикаторнинг азимут шкаласи бўйича ҳисобланади. Бунда антенна қўлда азимут бўйича бошқарилади.

Оғиш бурчагини ҳисоблаш индикаторнинг азимут шкаласи бўйича қўлда бошқарилганда амалга оширилади.

«Гроза» радиолокацион станциянинг техник параметрлари қўйида келтирилган:

Горизонтал текисликда кузатув бурчаги	100°
Хавфли булутларни аниқлаш узоқлиги	200 км
Огиш бурчагини улчаш хатолиги.....	1,5°
Юқори частотали импульс частотаси	9370 МГц
Импульсдаги қувват	9 кВт дан кам эмас
Импульс кенглиги	3,5 мкс
Импульс такрорланиш частотаси	400 Гц
Қабулқилгич сезгирлиги.....	100 мВт
Оғирлиги	40 кг

Назорат саволлари.

1. «Гроза» радиостанцияси қандай вазифани бажаради?
2. «Гроза» радиолокацион станция таркибига нималар киради?
3. «Гроза» радиолокацион станциясида қандай антенна ишлатилади?
4. «Гроза» радиолокацион станцияси самолетнинг қайси қисмига ўрнатилади?
5. «Гроза» радиолокацион станциянинг индикаторини тушунтириб беринг.
6. «Гроза» радиолокацион станция ишлаш режимларини тушунтириб беринг.
7. «Гроза» радиолокацион станциянинг техник параметрлари нималардан иборат?

§ 3.4 Самолет жавобқайтаргичлари.

Самолёт жавобқайтаргичининг асосий вазифаси учиш аппарат учишини бошқариш учун керак бўлган маълумотни автоматик тарзда ердаги диспетчерга узатиб туриш. Жавобқайтаргичлар ердан узатилган сўровчи сигналларга жавоб сигналини ўзининг радиолокатори орқали узатади ва радиолокатор билан биргаликда иккиламчи радиолокация тизимини ташкил қилади. Самолёт жавобқайтаргичлари бажарадиган вазифаларига қараб уч турга бўлинадилар.

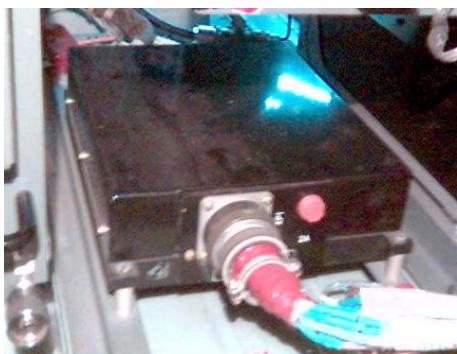
Биринчи тур жавобқайтаргичлар ҳаводаги ҳаракатни бошқариш (УВД) коди билан ишлаш учун мулжалланган.

Иккинчи тур жавобқайтаргичлар ИСАО қабул қилган код билан ишлашга мулжалланган.

Учинчи тур жавоб қайтаргичлар УВД коди билан ҳам, халқаро ИСАО коди билан ҳам ишлашга мулжалланган бўлиб, иккита «УВД» ва «RBS» ишлаш режимига эга бўлади. Айрим жавобқайтаргичлар ердаги иккиламчи кўндирувчи радиолокаторлар билан ишлаш режимига ҳам эга бўладилар.

Самолет жавоб қайтаргичи қабулқилгич, узаткич, дешифратор, шифратор ва бошқарув пультадан ташкил топган бўлади. Антенна тизими жавобқайтаргичдан алоҳида бўлади.

Жавобқайтаргичнинг таркибий қисмлари ўрнатиладиган учиш аппарат турига қараб ва ишлаш режимига боғлиқ бўлади. Мустақил давлатлар ҳам дустлиги давлатларида ишлатиладиган жавобқайтаргичларга СОМ-64, СО-70, СО-72М, СО-77, кабиларни мисол келтириш мумкин.

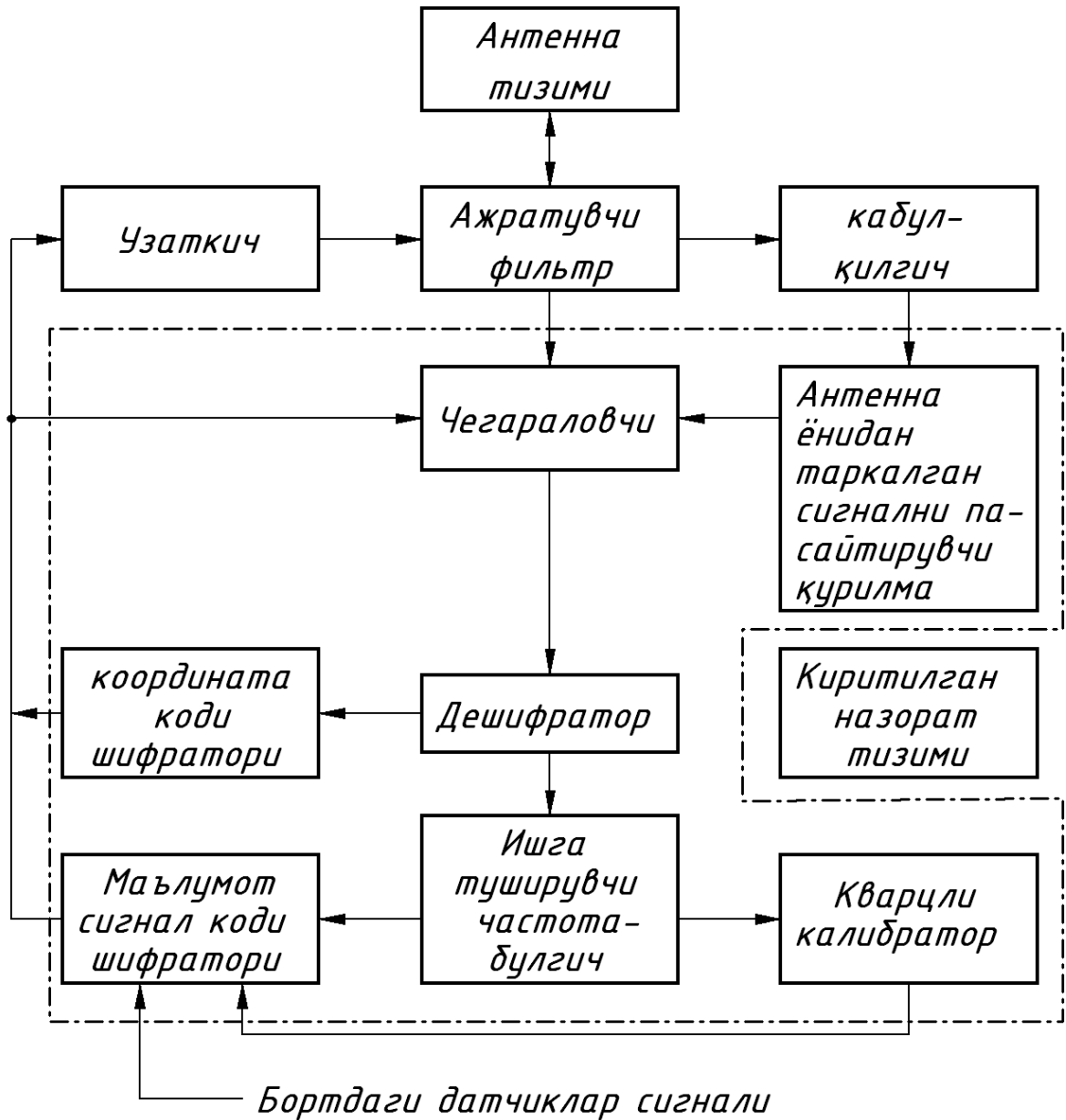


Расм. Самолетнинг жавобқайтаргич СО-94

Самолет жавобқайтаргичларнинг ишончилиги оширишни мақсадида антенна тизими ва бошқарув пультадан бошқа қисмлари бир хилда ишлаб чиқарилади. Бундан ташқари жавобқайтаргичнинг барча қурилмаларини битта моноблок тизимида йиғишга ҳаракат қилинади (антеннадан ташқари). Бундай ёндашув ва микроминиатюризация усуллари ни қўллаш самолет жавобқайтаргичларининг оғирлиги, ўлчамлари ва истемол қувватини камайтиришга, ишончиликни оширишга олиб келади.

Жавобқайтаргичнинг умумий тузилиш схемаси расмда келтирилган. Антенна тизими ердаги иккиламчи радиолокатор сўровчи сигналини қабул қилишга хизмат қилади. Қабул қилиб олинган сигнал ажратувчи филтрдан қабулқилгичга узатилади. Ажратувчи филтр қабул қилувчи ва узатувчи каналларни частотаси бўйича ажратади. Қабулқилгичда сигнал ўзгартирилиб, кучайтирилиб, ажратиб олингандан сўнг иккиламчи радиолокатор антеннаси ёнидан таркалаётган сигнал пасайтирувчи йўналтирувчи қурилмага узатилади. Бу қурилма шифраторнинг кириш занжири бўлиб ундан ажратилган сиг-

нал чегараловчи орқали дешифраторга узатилади. Дешифратор сигнали координата коди шифраторига узатилиб, унинг коди жавобқайтаргичнинг узаткичи ишини бошқаради. Бундан ташқари дешифраторда сўровчи код мазмуни ҳам аниқланади. Пайдо бўлган сигнал ишга тушурувчи частота булгич орқали маълумот сигнал коди шифраторига узатилади. Маълумот коди узаткичга келиб тушади. Узаткич юқори частотали жавоб сигнаolini фазога таркатади.



Расм. Жавобқайтаргичнинг умумий тузилиш схемаси.

Маълумот шифратори кварцли калибратор орқали бошқарилади. Бу шифраторга маълумот бортдаги датчиклар орқали келади, маълумотлар учини баландлиги, ёкилги қолдиғи ва бошқа параметрлар бўлиши мумкин. Самолет жавобқайтаргичларида унга киритилган назорат тизими ўрнатилган бўлади.

Антенна тизими сигналларни қабул қилиш ва тарқатиш учун ишлатилади. Бир хил антенналар сигналларни ҳам қабул қилиш, ҳам жавоб қайтариш учун хизмат қилади. Улар горизонтал текисликда йўналтирилмаган диаграммали бўлишлари керак. Бир дона антенна ёрдамида йўналтирилмаган диаграмма ҳосил қилиш кийин бўлганлиги учун айрим учиш аппаратларида кўшимча антенна ўрнатилади. Ундан ташқари УВД ва RBS режимида ишловчи жавобқайтаргичлар ташувчи каналлари частоталари турлича бўлганлиги учун ҳар бир частота оралиғига алоҳида антенна ишлатишга тўғри келади.

Ажратувчи филтр жавобқайтаргич узаткичи сигнали тўғридан-тўғри унинг қабулқилгичига тушишини йукотиш учун ва узаткич чиқиш сигнаolini антеннада қисқа туташувини йукотиш учун ишлатилади.

Жавобқайтаргичнинг қабулқилгичи частотани бир марта ўзгартирувчи супергетеродин тузилишида бўлиб, гетеродин частотаси кварцли генератор билан стабилизацияланган бўлади. Қабулқилгичнинг яхши хусусияти шундан иборати, у яқинда ва узокда жойлашган иккиламчи радиолокаторлар сигналларини қабул қила олади, яъни унга келиб тушган сигнал катталиклари кенг ораликда бўлади. Бунинг учун қабулқилгичда логарифмик амплитудавий тавсифга эга бўлган кучайтиргич ишлатилади таркибида юқори частота кучайтиргич бўлмайди.

Антенна ёнидан тарқалган сигналларни пасайтирувчи қурилма жавобқайтаргич нотўғри ишлаб кетмаслиги учун хизмат қилади. Чунки иккиламчи радиолокатор антеннаси ёнидан нурланувчи сигнал жавобқайтаргичга келиб тушиши мумкин.

Маълум вақт оралиғида катта сонли жавоб қайтариш узаткичининг ўртача қуввати ортиб кетишига, унинг қизишига ва сигналнинг бузилишига олиб келиши мумкин. Бундай ходисанинг олдини олиш учун чегараловчи хизмат қилади. Чегараловчи бортдаги жиҳоз сигналларидан ва халақитлардан жавобқайтаргичнинг ишлаб кетмаслигини таъминлайди. Бу қурилма жавобқайтаргич шифратори киришини беркитиб, жавоб сигнали тарқалишини йўқотди.

Дешифратор сўровчи сигнал кодини ажратиб олади. Унинг чиқишидаги сигнал координата ва маълумот коди шифраторларини улайди. Жавобқайтаргичнинг турига қараб унинг таркибига ёки УВД дешифратори, ёки RBS дешифратори ёки иккала дешифратор киритилган бўлиши мумкин. Дешифратор кечиктирувчи йўллар ва мантиқ схемаларда қурилган бўлади. Координата ва маълумот кодлари шифратори жавоб коди ишлаб чиқаради. Сўровчи код ажратиб олиш ва жавоб коди ишлаб чиқариш учун қўйилган талабга мувофиқ сўровчи ва жавоб сигнали импульси олд томонларнинг усиш вақти бир хил бўлиши керак акс ҳолда улчаш нотугри бўлади.

Шифраторни ишга тушурувчи частотабўлгич сигнал частотасини камайтириш учун хизмат қилади. Бу ҳолат жавобқайтаргич узаткичининг юки ортиб кетишидан саклаб, диспетчер бир-бирига яқин ва бита эга бўлган учиш аппаратларини англаб олиш енгиллашади. Частотабулгич оддий триггер схемаларда қурилади.

Калибратор қисқа импульс ишлаб чиқаради ва унинг даврий вақти жавоб сигнали тарқатиш коди вақти билан мослаштирилган бўлади. Калибраторнинг таркиби кварц резонаторли генератор, кечиктирувчи занжир ва мантик схемасидан иборат бўлади.



Расм. Жавобкайтаргич антеннаси

Жавобкайтаргичда кузда тутилган барча частоталарда тарқалувчи жавоб сигнали ҳосил қилиш учун узаткич хизмат қилади. Унинг таркибида генератор, бошқариладиган модулятор ва қувват кучайтиргичи мавжуд бўлади.

Жавобкайтаргич ичига киритилган назорат тизими унинг ишлаш қобилиятини назорат қилади.

Самолетдаги жавобкайтаргичларнинг параметрлари стандарт ва меерий хужжатлар билан аниқланади. МДХ давлатлари самолет жавобкайтаргичлари параметрлари СТ СЭВ 18323-79 стандартида берилган бўлиб, унда сигналнинг параметрлари ва бортдаги иккиламчи радиолокатция тизимига куйилган талаблар берилган бўлади. Иккиламчи радиолокатор ишлаш вақтида сўровчи сигнал катталигининг 90% кам булмаган жавоб сигнали қайтариши керак.

Қабулқилгич сезгирлиги талаб қилинган кийматдан камайиб кетмаслиги керак.



Расм. СО-96

Чет эл самолетларининг жавобкайтаргичларининг параметрлари стандарт ва меерий хужжатларда берилган бўлиб, улардан биттаси ARINC-718 ҳисобланади. Бу стандартда жавобкайтаргичга куйилган талаблар ҳам берилган бўлади.

Назорат саволлари.

1. Самолет жавобкайтаргичининг вазифаларини тушунтириб беринг.
2. Жавобкайтаргичларнинг қандай турлари бор?
3. Жавобкайтаргичларнинг қандай ишлаш режимлари бор?
4. Самолет жавобкайтаргичининг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
5. Жавобкайтаргичнинг таркибий қисмлари нималардан иборат?
6. Жавобкайтаргичда қандай антенна ишлатилади?
7. Дешифратор қандай вазифани бажаради?
8. Шифратор қандай вазифани бажаради?
9. Колебратор қандай вазифани бажаради?

§ 3.5 СО-72М жавобқайтаргичи.



Расм. СО-72М (чат момон) ва
СОМ-64(унг тамон)

Узбекистон Республикасида ишлаб чиқариладиган ИЛ-114-100 самолетига СО-72 МЎ жавобқайтаргичи ўрнатилган. Бу жавобқайтаргич тузилиши ва ишлаши СО-72М билан бир хил бўлади.

СО-72 М самолет жавобқайтаргичи иккиламчи радиолокация тизимида УВД ҳамда халқаро ИСАО кодларида ишлашга мувапфланган ва самолётга бир комплект ёки иккита комплект қилиб ўрнатилади.

СО-72 М таркибига антенна-фидер қурилмаси, жавобқайтаргичнинг асосий блоки, маълумот ўзгартиргич блоки, коммутация блоки, номер териш қурилмаси ва қурилма билан бошқарув пулти киради.

СО-72 М жавобқайтаргичнинг ишлаш режимлари қўйидагилардан иборат.

1) «УВД» – асосий режим бўлиб МДХ иккиламчи радиолокаторлари билан баргаликда ишлайди. Бундай жавобқайтаргич 837,5 ва 1050 МГц частоталарда сигнал қабул қилиб олиб, 740 МГц частотада жавоб сигнали қайтаради.

2) «РСР» режими худди «УВД» режимига ўхшаш бўлиб, фақат қабулқилгичининг юқори сезгирлиги билан фарқ қилади.

3) «УВД-М» режими СТ СЭВ 1823-79 стандартига мос бўлиб, бунда фақат 1030 МГц частотада жавоб сигнали тарқатади. Кодлар ва узатиладиган маълумот «УВД» режимидагидек бўлади.

4) А – «RBS» режимида жавоб сигнали частотаси 1090 МГц бўлиб, унда самолет номери тўғрисидаги маълумот бўлади. Жавоб халқаро иккиламчи радиолокаторларнинг сўровчи А кодига ёки «Корень-АС» иккиламчи радиолокаторига қайтарилади. Сўровчи сигнал частотаси 1030 МГц бўлади.

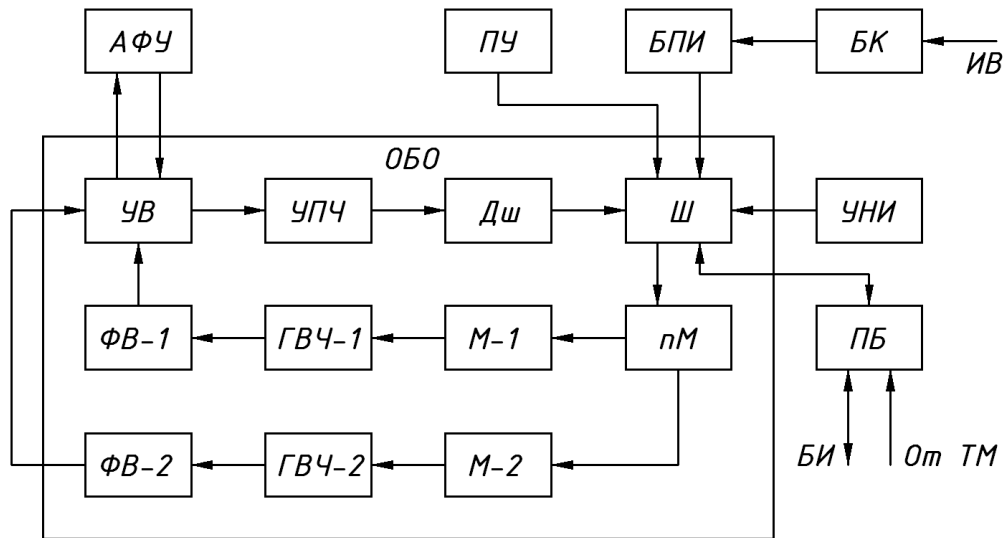
5) «АС» – режимида жавобқайтаргич «А» режимига ўхшаш ишлайди, Лекин С кодида сўровчи сигналга самолетнинг учиш баландлиги тўғрисида маълумот ва А кодида сўровчи сигналга самолет номери тўғрисида маълумот қайтаради.

6) «Знак» режимида ердаги радиолокатор экранида самолетни аниқлаб олиш учун ишлайди. Бу режимда учиш баландлиги, самолет номери ва ёкилги колдиги ҳақида маълумот узатилмайди.

7) «Авария» режимида самолет бортида халоқат хавфи ҳақидаги сигнални тарқатади.

8) «Готовность» режимида самолет учиш олдидан учиш йўлига бурилиётган вақтда ишлатилади. Бу режимда жавоб сигнали қайтарилмайди.

9) «Контроль» режими жавобқайтаргичнинг ишга лайокатлилиги текширади. Текшириш иши унга киритилган назорат тизимида амалга оширилади.



Расм. СО-72 самолет жавоб қайтаргич тузилиш схемаси

АФУ – антенна-фидер қурилма; ОБО – жавобқайтаргичнинг асосий блоки; ПУ – бошқарув пульта; БПИ – маълумот ўзгартиргич блоки; БК – коммутация блоки; ИВ – баландлик тўғрисида маълумот; УВ – юқори частота қурилмаси; УПЧ – ўртача частота кучайтиргич; Дш – дешифратор; Ш – шифратор; УНИ – номер териш қурилмаси; ФВ – ферритли бир томонга утказгичлар; ГВЧ – юқори частота генератори; М – модуляторлар; пМ – модулятор олди каскади; ПБ – маълум ҳолатда ишлатилувчи қурилма; БИ – маълум ҳолатда ишлатувчи импульслар; ТМ – ёқилги ўлчагич датчиги.

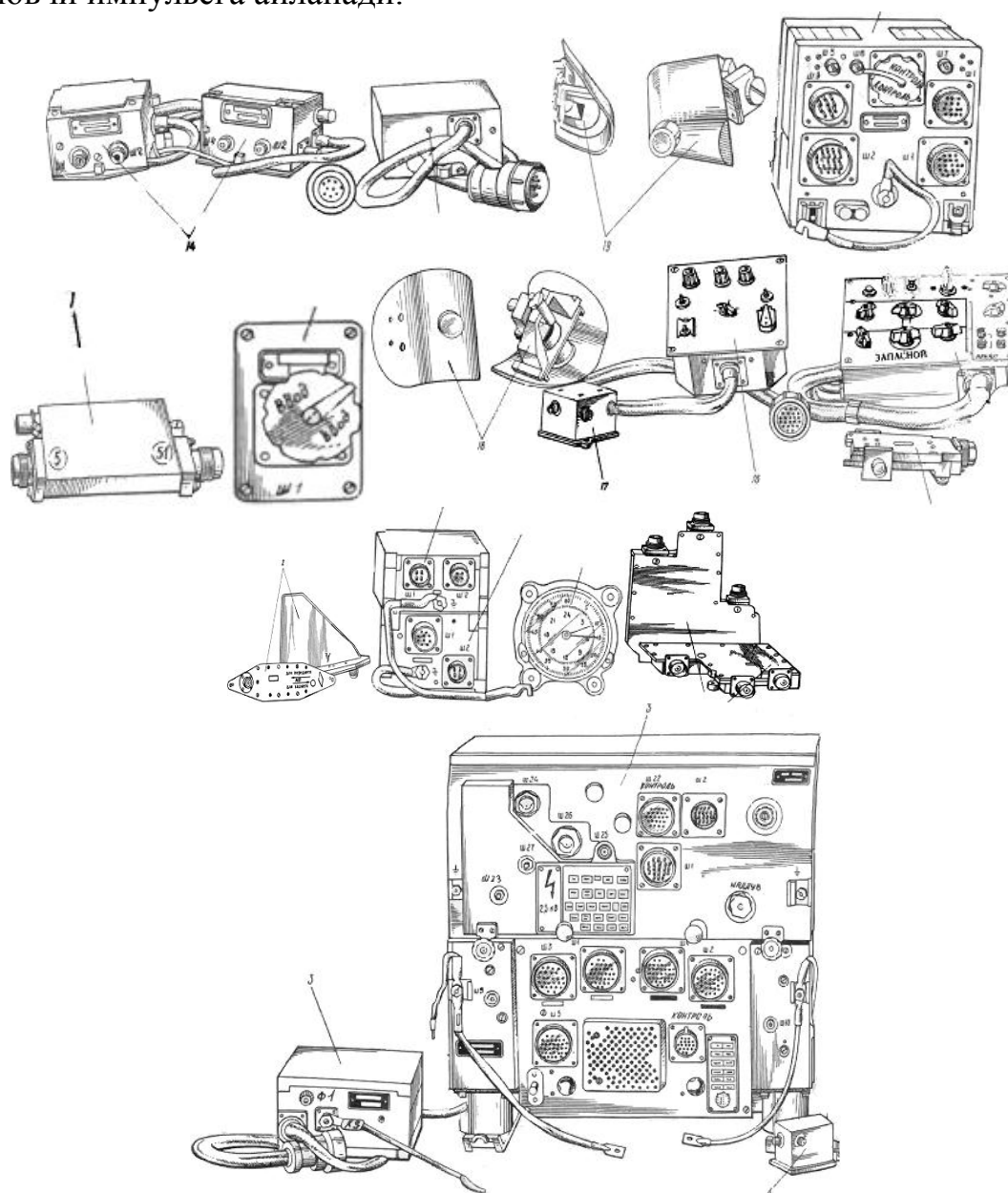
Назорат саволлари.

1. СО-72М жавобқайтаргичнинг вазифасини айтиб беринг.
2. СО-72М жавобқайтаргичнинг таркибига нималар киради?
3. СО-72М жавобқайтаргичнинг қандай ишлаш режимлари бор?
4. СО-72М жавобқайтаргичнинг тузилиш схземасини тушунтириб беринг.

§ 3.6 Учиш аппарати давлатга карашлилигини аниқловчи тизим 6201

Учиш аппаратининг давлатга карашлилигини аниқловчи тизим 6201 шифрланган махсулот бўлиб, самолёт жавобқайтаргичга ўхшаб суралган сигнални қабул қилиш ва ажратиб олиш ҳамда жавоб сигнални кодлаб, атрофга тарқатиш вазифасини бажаради.

6201 махсулоти ишлаш негизи актив сураш ва жавоб қайтаришга асосланган. Нишоннинг давлатга карашлилигини аниқлаш учун оператор сўровчи қурилма ёрдамида нишондан суради. Нишон жавобқайтаргичи сўровчи сигнални қабул қилиб олиб, қайта ишлаб уларни жавоб сигнали тарзида атрофга тарқатади. Нишондан қайтган сигнал сўровчи қурилмада қабул қилиниб, ажратилади. Агар сўровчи ҳамда жавобқайтаргичда код келса аниқловчи импульсга айланади.

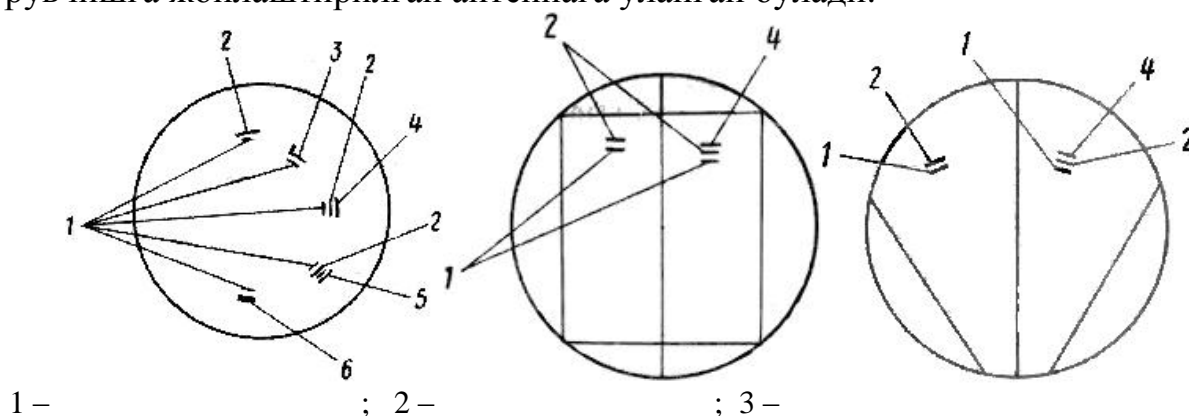


Расм. 6201

Бу импульс сигнали радиолокацион станция индикаторига юборилиб ва индикаторда белги пайдо бўлади. Агар радиолокацион станция индикаторида пайдо бўлган белги аниқланган нишон белгиси ёнида бўлса, у ҳолда аниқланган объект узиники эканлиги маълум бўлади.

Белги сигнали билан нишон сигнали белгисини вақт бўйича боғлаш учун сўровчи аниқловчи

Индикатор экранида аниқланган белги сигнали билан нишон сигнали белгисини вақт бўйича боғлаш учун сўровчи қурилманинг иши радиолокацион станция импульслари билан мосланган (синхронизация) бўлади. Азимут бўйича нишон аниқлаш даражасини ошириш учун сўровчи қурилма тор йўналтирилган автоном антеннага ёки радиолокацион станциянинг қайтарувчишга жойлаштирилган антеннага уланган бўлади.



Расм.

Назорат саволлари.

1. 6201 тизимининг вазифаси нималардан иборат?
2. 6201 тизимида қандай индикатор ишлатилади?
3. 6201 тизими қандай ташкил этувчиларга эга?
4. 6201 тизими ишлаш режимларини айтиб беринг.

§ 3.7 Йўл тезлиги ва оғиш бурчаги доплер ўлчагичи

Учиш аппаратининг йўл тезлигини ва оғиш бурчагини ўлчаш Доплер эффектига асосланган. Табиатда электромагнит тўлқин тарқатувчи қабул қилувчига нисбатан ҳаракат қилса, тўлқиннинг частотаси ўзгарар экан. Бу ҳодисани Доплер аниқлаган. Тўлқин узаткич қабулқилгичга нисбатан ҳаракат қилган да узатгич тўлқини частотаси билан қабул қилинган тўлқин частоталари орасидаги фарқ уларнинг ўзаро ҳаракатига боғлиқ бўлади яъни ўзаро ҳаракат тезлигининг радиал ташкил этувчисига пропорционал бўлади.

Доплер ўлчагичи одатда учиш аппаратига ўрнатилади. Шу сабабдан Доплер ўлчагич узаткичи тарқатган сигнал частотаси унинг қабулқилгичига учиш аппарат шу вақтда учиб ўтаётган ер юзасидан қайтган сигнал частотасига тенг бўлади. Доплер ўлчагич қисқартирилган ҳолда ДИСС деб аталади.

ДИСС узаткичининг электромагнит тўлқинларини қайтарувчи ернинг элементар юзачалари ДИСС узаткичи ва қабулқилгичи учун иккиламчи тўлқин тарқатувчи манба бўлади ва ДИСС юзачаларга нисбатан йўл тезлигига тенг тезликда ҳаракат қилади. Шу сабабдан узатгич ва қабулқилгич тўлқинларининг частоталар фарқи учиш аппарат йўл тезлиги иккиланган кийматига пропорционал бўлади. Бу фарқ узаткич тўлқини частотаси қанча юқори бўлса шунча сезиларли бўлади.

Учиш аппарат йўл тезлиги вектори электромагнит тўлқин тарқалиш йўналишига мос келмаганлиги учун, частоталар фарқи (доплер частотаси) киймати учиш аппарат йўл тезлиги векторининг антенна тарқатган нур йўналишига проекциясига пропорционал бўлади.

$$F_d = \frac{2 \cdot f_0}{c} \cdot w_r \cdot \cos \varphi \cdot \cos \alpha - \text{доплер частотаси.}$$

f_0 – узаткич сигнали частотаси.

w_r – йўл тезлиги векторининг антенна нурланиш йўналишига проекцияси.

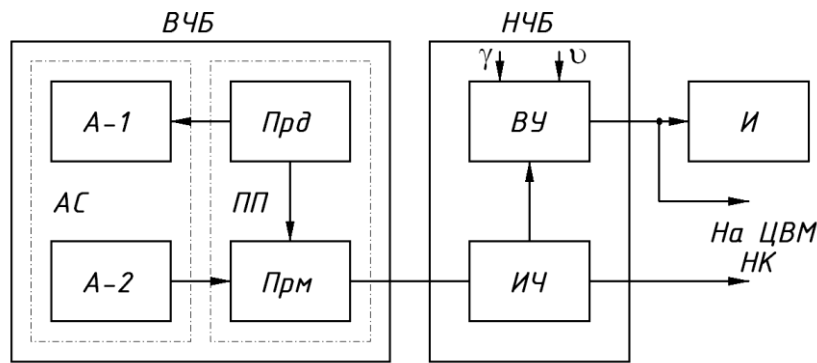
φ – антенна йўналтирилганлик йўналиши бурчаги, яъни тезлик вектори билан узаткичдан нурланаётган йўналишига утказилган чизик орасидаги бурчак.

α – оғиш бурчаги.

c – электромагнит тўлқин тарқалиш тезлиги.

Бу тенглама узаткич тўлқини тўғри чизикли тарқалган ва элементар юзачалардан қайтган ҳол учун тўғри бўлади. Реал ҳолатда антеннанинг йўналтирилганлик диаграммаси $2-3^0$ бўлади. Агар учиш аппарат катта баландликда бўлса, ер юзачалари кенг бўлиб элементар юзачалар турли бурчакларда нурланадилар. Шунинг учун доплер ўлчагичининг қабул қилувчи антеннасида доплер частоталар спектри пайдо бўлади, бу спектрнинг ўртача киймати йўл тезлигини ва оғиш бурчагининг оний кийматларини ҳисоблаш учун ишлатилади.

Доплер ўлчагичининг тузилиш схемаси расмда берилган.



Расм. Доплер тезлик ўлчагичининг умумий тузилиш схемаси.

А – антенналар; Прд – узаткич; Прм – қабулқилгич; АС – антенна тизими; ПП – узаткич-қабулқилгич; ВЧБ – юқори частота блоки; НЧБ – паст частота блоки; ВУ – ҳисоблаш қурилмаси; ИЧ – частота ўлчагич; И – индикатор; НК – навигацион мажмуа.

Ўлчагич узаткич генератори $F_{\text{ПД}}$ – частотали сигнал ишлаб чиқариб ер юзасига нурлантиради ердан қайтган тўлқин частотаси $f_{\text{пр}}$ – доплер частотаси кийматига фарқ қилиб ўлчагичда турувчи частота аралаштиргичига (смеситель) узатилади. Аралаштиргичдан частоталар фарқи ажратиб олинади $f_{\text{прд}} - f_{\text{прм}} = F_{\text{Д}}$. Бу частотадаги сигнал кераклича кучайтирилиб махсус частота ўлчагичига уланади ва частота ўлчагичга уланади ва частота ўлчагичнинг чиқишида бу частотага пропорционал кийматдаги кучланиш ҳосил бўлади. $U \sim F_{\text{Д}}$. Бу кучланиш ДИСС ҳисоблагичига уланса у йўл тезлиги ва оғиш бурчагининг оний кийматини ўлчаб беради. (расм)

Бир нурли Доплер ўлчагичи йўл тезлиги ва оғиш бурчаги тўғридан-тўғри ўлчай олмайди. Чунки формулада иккита номаълум катталиқ бор. Шунинг учун бир нурли Доплер ўлчагичи фақат йўл тезлигини ўлчайди. оғиш бурчагини эса экипаж ДИСС антеннаси нур тарқалиш юзаси йўналишини йўл тезлиги вектори йўналиши устига тушгунча бураш билан кўлда аниқлайди. Бу усул катта хатоликларга эга бўлганлиги учун йўл тезлиги ва оғиш бурчагини ўлчовчи икки нурли ва уч нурли доплер ўлчагичлари ўйлабтопилган. (расм)

Икки нурли доплер ўлчагичидаги узаткичлар сигнал частоталари ерга йўналтирилган бўлиб учинчи аппарат буйлама ўкига нисбатан горизонтал юзага тенг β бурчагига фарқ билан сурилган бўладилар. Шу сабабдан частоталар ўлчагичи чиқишида иккита кучланиш пайдо бўлади. Улар

$$U_1 \sim F_{\text{Д1}} = \frac{2 \cdot w}{\lambda} \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\beta + \alpha)$$

$$U_2 \sim F_{\text{Д2}} = \frac{2 \cdot w}{\lambda} \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\beta - \alpha)$$

Бу теғламалардан йўл тезлиги ω ва оғиш бурчагини α осон ҳисоблаш мумкин. Бу учинчи аппарат горизонтал юза бўйича идеал учганда ω ва α ҳисоблашга мужалланган. Лекин реал ҳолатда самолётнинг тангаж бурчаги

ўзгариши билан ДИСС антенна диаграммаси йўналтирилганлиги ўзгариб ерга тушаётган электромагнит тўлқинлар бурчаги ҳам ўзгаради. Шунинг учун ω ва α улчашда хатолик пайдо бўлади. Хатоликни йукотиш учун икки нурли доплер ўлчагичида қўшимча нурлар ишлатилади. Бу нурлар йўналиши учиш аппарат йўл тезлиги йўланишига тескари бўлиб, учиш аппарат вертикал укига нисбатан симметрик жойлашган бўлади (расм).

1 ва 3 антенналарга келаётган сигналлар частоталари доплер ўлчагич узатгичи сигнал частотасидан F_D доплер частотасига фарқ қилади.

$$F_{D1} = f_0 - f_{np1}$$

$$F_{D3} = f_{np3} - f_0$$

Агар учиш аппарати горизонтал учса $F_{D1} = F_{D3}$. Лекин бу ҳолатда учиш аппарат тангаж бурчаги ўзгарса F_{D1} катталашади ва F_{D3} катталашининг ўрнини босади.

Бу ерда хисобланган йўл тезлиги ω ва оғиш бурчаги α орқали учиш аппарат ўтган йўлини ҳам тўғри бурчакли ортодромик координаталар тизимида аниқлаш мумкин.

Бунинг учун йўл тезлиги ортодром бўйича ташкил этувчига ва ортодром чизиги йўналишига перпендикуляр йўналишдаги ташкил этувчиларга ажратилади.

$$\omega_y = \omega \cdot \cos \gamma$$

$$\omega_x = \omega \cdot \sin \gamma$$

$\gamma = (K + \alpha - \psi)$ – ортодром чизик йўналиши билан учиш йўналиши орасидаги бурчак.

K – учиш аппарат курс бурчаги.

α – оғиш бурчаги.

ψ – ортодром билан шимол йўналиши орасидаги бурчак. (карта бурчаги).

Бу бурчак махсус карта бурчаги ҳосил қилувчи орқали кулда кирилади.

Йўл тезлигининг иккала ташкил этувчиси вақт бўйича интегралланса учиш аппарат утган йўлини хисоблаш тенгламаси ҳосил бўлади.

$$S_y = \int_0^t w \cdot \cos(K + \alpha - \beta) dt$$

$$S_x = \int_0^t w \cdot \sin(K + \alpha - \beta) dt$$

акс ҳолда F_{D1} камайиши билан F_{D3} киймати пропорционал купаяди натижада учиш аппарат тангажи ўзгаргандаги йўл тезлиги ω ва оғиш бурчаги α улчаш хатолиги камаяди. Худди шундай ходиса 2 ва 4 антенналар сигналлари учун ҳам содир бўлади.

Айрим холларда икки қўшимча нур урнига учиш аппарат буйлама укидан утувчи вертикал юзадан утувчи битта нур ишлатилиши мумкин. Бу

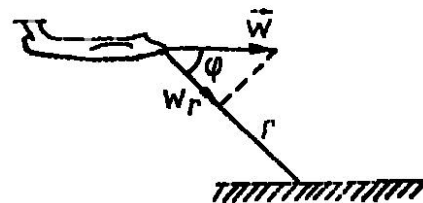
ҳолда бурчак киймати $\beta_3=180^\circ$ ДИСС нинг 1 ва 2 антенналаридан олинган маълумотни қайта ишлашда эътиборга олинади.

Уч нурли ДИСС да учта нур харакатланмайдиган антеннада ҳосил қилиниб ер юзасига нурлантирилади. (расм). Бу ҳолатда Доплер частоталари қўйидагича бўлади.

$$F_{Д1} = 2 \cdot \frac{\omega}{\lambda} \cdot \cos(\beta + \alpha) \cdot \cos \varphi ;$$

$$F_{Д2} = 2 \cdot \frac{\omega}{\lambda} \cdot \cos(\beta - \alpha) \cdot \cos \varphi ;$$

$$F_{Д3} = 2 \cdot \frac{\omega}{\lambda} \cdot \cos(\beta + \alpha) \cdot \cos \varphi .$$



Расм.

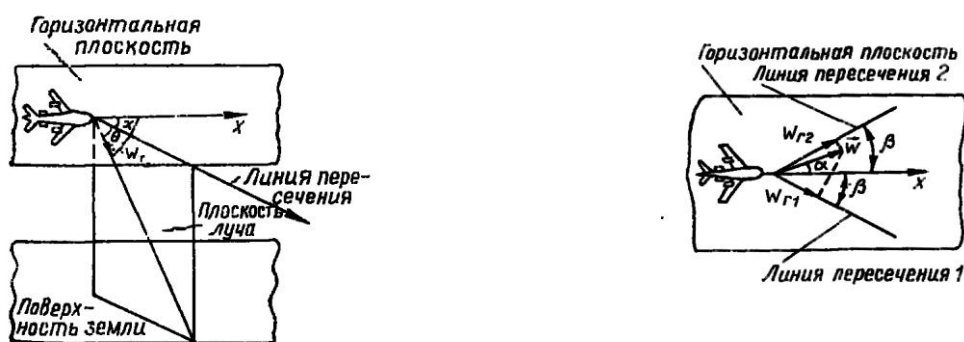
Бу тенгламаларни биргаликда ечсак

$$\omega = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{F_{Д1} - F_{Д3}}{4 \cdot \cos \varphi \cdot \cos \beta}$$

$$\alpha = \arctg \left(\frac{F_{Д3} - F_{Д2}}{F_{Д1} - F_{Д2}} \cdot \operatorname{ctg} \beta \right) \text{ аниқланади.}$$

Демак, учиш аппарат утган йўли ташкил этувчиларини S_y , S_x билган ҳолда унинг берилган йўл чизигига нисбатан турган урни маълум бўлади.

Доплер ўлчагичининг ишлашидаги айрим хусусиятни билиб қуйишимиз керак. Маълумки, электромагнит тўлқинларнинг ер юзасидан қайтиши сув юзасидан қайтишидан фарқ қилади. Агар ДИСС тарқатган нур ер юзасидан бир хилда қайтса, сув юзасининг ҳолатига караб, унинг юзасидан қайтиши бошқача бўлади. Шунинг учун сувдан қайтган нур учун Доплер частотаси ... спектрга эга бўлади ва унинг ўртача F киймати ҳам ўзгарган бўлади. Бунда хатоликка йўл қуйилиши мумкин. Хатоликни йукотиш учун Доплер улгагичига махсус тузатувчи жойлаштирилган бўлиб, денгиз юзасининг ўртача юзи денгиз бўладиган ҳолатга мос тузатиш киритилади.



Расм.

ДИСС-13 доплер ўлчагичи ишлаш негизи, таркиби ва асосий тавсифлари.

ДИСС-013 алоҳида навигацион тизим бўлиб, унинг ёрдамида йўл тезлиги ва оғиш бурчагининг оний кийматлари автоматик тарзда улчанади. Шу билан бир каторда учиш аппарат утган йўлини тўғри бурчакли ортодромик координаталар тизимида улчаб, автопилотга учиш аппарат ёнига оғиш тезлиги ва киймати тўғрисида маълумот бериш учун ҳам ишлатилади.



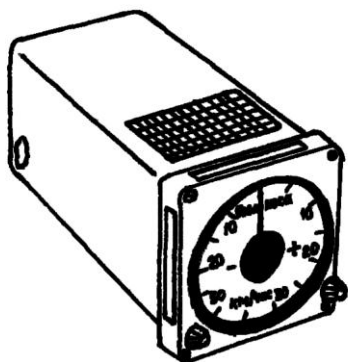
Расм. ДИСС-013

Учиш аппарат ёнига оғиш тезлиги ва киймати тўғрисидаги маълумот унинг харакатини автоматик тарзда берилган йўл чизиги бўйича амалга оширишини таъминлаш учун керакли параметр хисобланади. ДИСС-013 ишлаш негизи учта нурли доплер ўлчагич турини ишлатишга асосланган.

ДИСС-013 таркиби йўл тезлиги ва оғиш бурчагини автоматик ўлчагичи ва йўл улчовчи махсус автоматик қурилмадан ташкил топган. ДИСС-013 учта блоккли комплектга эга. I – юқори частотали блоки, II – паст частотали блоки, III – индикатор. ДИСС-013 совутиш учун ҳаво хайдовчи вентилятор билан таъминланган.

ДИСС-013 паст частотали блоки билан индикатор учиш аппаратининг герметик қисмига, юқори частотани блоки билан вентилятор ногерметик қисмига ўрнатилган бўлади. Учиш аппарат корпусининг антенналари ўрнатилган жойнинг ташқи кобиги электромагнит тўлқин утказувчи(радиопрозрачный) материал бўлади.

Юқори частота блокада антенналар ва узатгич-қабулқилгич бўлиб, улар амортизацияланмаган тагликда учиш аппарат фюзеллажининг пастки қисмига ўрнатилган бўлади. Узатувчи ва қабул қилувчи антенналар иккита симметрик текис тур (решетка) шаклида бўлиб, уларнинг кобиги радиотўлқин утказувчи материал билан копланган бўлади.



Расм. ДИСС индикатори

Паст частотали блокада доплер частота спектри ажратиб олинади. Унинг таркибига йўл тезлиги ва оғиш бурчаги хисоблагичи, антенна нурларини ёқиб-ўчишини бошқарувчи қурилма, доплер частотали сигнал катталигини кузатувчи махсус схема, ўлчагичнинг шу фаолиятини назорат қурилмаси паст кучланишли тўғрилагич жойлаштирилган бўлади.

Йўл тезлиги ва оғиш бурчаги хисоблагичи индикаторга уланган бўлади.

ДИСС индикатори алохида блок тарзида бўлиб, унинг юза қисмида стрелкали оғиш бурчаги кўрсаткичи ва йўл тезлиги хисоблагич таблоси жойлаштирилган бўлади.

ДИСС-013 асосий параметрлари.

1. Ўлчаш оралиғи:
 - йўл тезлиги 180-1300 км/с
 - оғиш бурчаги 0-300°
2. йўл улчаш узоқлиги:
 - ортодромия бўйича 10 000 км. гача
 - ёнга оғиш бурчаги бўйича..... 1 000 км. гача
3. Йўл куйилган бурчаклар:
 - тангаж..... 10° гача

- крен 20° гача
- 4. Истеъмол токи:
 - 115 В 400 Гц занжир бўйича 5 А.
 - 27 В занжир бўйича 3,6 А
- 5. ДИСС-013 оғирлиги.....59 кг

Назорат саволлари.

1. Доплер ўлчагичи қандай ходисага асосланиб қурилган?
2. Доплер ўлчагичининг таркибий қисмлари қандай?
3. йўл тезлигини улчаш асосини тушунтириб беринг.
4. оғиш бурчагини улчаш асосини тушунтириб беринг.
5. Бир нурли, икки нурли ва уч нурли доплер ўлчагичларнинг бир-биридан фарқи нимада?
6. Доплер ўлчагичида қандай антенна ишлатилади ва самолётнинг қайси қисмига жойлаштирилади?
7. ДИСС-013 доплер ўлчагичи тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
8. ДИСС-013 доплер ўлчагичида қандай индикатор ишлатилади?
9. ДИСС-013 доплер ўлчагичининг параметрларини айтиб беринг.

§ 3.8 Ҳаводаги тўқнашувни олдини олувчи тизими TCAS-2000



TCAS тизимининг таркиби (... расм) куйидаги иборат.
қабулқилгичузаткич-TCAS процессори

S режимида ишловчи икки комплект жавобқайтаргич.

TCAS ва жавобқайтаргичларнинг бошқарув пульти

TCAS антенналари

Жавобқайтаргич антенналари

TA ва RA индикаторларидан иборат бўлади.

TCAS қабулқилгичиузаткичи фазони кузатиш, хавфли самолетларни аниқлаш, яқин учаётган аппаратининг баландлигини кузатиш, маслаҳат маълуматларни чиқариб бериш ва тўқнашув хавфини олдини олувчи таклифлар бериш вазифасини бажаради.

S режимида ишловчи жавобқайтаргич TCAS тизимининг ишлашини та-минлайди. Унинг ёрдамида икки томонламали Рақамли маълумот алмашуви амалга оширилади яъни алоқа канали ҳосил қилинади.

TCAS ва жавобқайтаргичларнинг бошқарув пульти TCAS га кирувчи барча тизимлар, жумладан, қабулқилгичузаткич-TCAS процессори, S режимида ишловчи жавобқайтаргич ва бази холларда дисплей ишларини бошқаради.

Бошқарув пульти ёрдамида TCAS тизимининг тўртта режимдан бирини танлаб олиш мумкин.

«Stand-by» – бу режимда қабулқилгичузаткич-TCAS процессори ва S режимидаги жавоб қайтаргич ишчи ҳолатда бўлади, лекин TCAS сўров сигнали тарқатмайди, жавобқайтаргич эса фақат дискрет сигналларга ҳам жавоб қайтаради.

«Transponder» – бу режим «Stand-by» режимдан жавобқайтаргичнинг тула ишлаши билан фарқ қилади. Бунда жавобқайтаргич ҳам ердан суровчи сигналга, ҳам бошқа самолетларнинг TCAS тизими суровларига жавоб қайтаради, TCAS эса аввалги ҳолатда қолади.

«Ta-only» режимида жавоб қайтаргич тула ишлайди TCAS эса хаво ҳолатини кузатади, лекин фақат маслаҳат маълумоти (TA) ишлаб чиқаради. Хавфли тукнашув олдини олувчи таклиф (RA) ишлаб чиқарилмайди. «TA/RA» – режимида жавобқайтаргич ва TCAS тула ишлайдилар. TCAS TA-маълумотдан ташқари хавфли тукнашув олдини олиш таклифлари ва RA-маълумотларини ҳам чиқариб беради. Бу режим бошқача қилиб автоматик режим деб ҳам аталади.



Расм. TCAS-4000

Тизимда TCAS ҳамда жавоб қайтаргич антенналари мавжуд. TCAS нинг йўналтирилмаган антеннаси учиш аппаратининг устки қисмида, йўналтирилган ёки барча томонга сигнал тарқатувчи антеннаси учиш аппаратининг пастки қисмига ўрнатилган бўлади. Пастки қисмдаги антенна купинча йўналтирилган антенна бўлади. Пастки антенна 1030 МГц частотали турли қувватга эга бўлган

суровчи сигнал тарқатади. Унинг сигнал амплитудаси юқоридаги антенна сигнали амплитудасидан кам бўлиб ва юқоридаги антеннага нисбатан сийрак тарқатади.

Шу антенналарнинг узи қабул қилувчи антенналар вазифасини бажариб бошқа самолёт жавобқайтаргичлари сигналларини 1090 МГц частотада қабул қилиб олади.

TCAS тизимининг антенналаридан ташқари иккита S режимда ишловчи жавоб қайтаргич антенналари бўлиб, улардан биттаси самолётнинг устки қисмига, иккинчиси пастки қисмига ўрнатилган бўлади. Бу антенналар 1030 МГц частотали суровчи сигналларни қабул қилиб, 1090 МГц частотали жавоб сигналларини атрофга тарқатади. Жавобқайтаргичнинг пастки ёки устки антенасини ишлатилиши сигнал қуввати оптимал кийматини аниқлаш ва халакитлар таъсирини камайтириш мақсадида автоматик тарзда танланади.

S режимдаги жавобқайтаргичнинг жавоб қайтараётган вақтида TCAS нинг шахсий сигналини қабул қилмаслиги учун қабулқилгичузаткич-TCAS процессори беркитиб қуйилади.



Рис.1.2. LCD индикатор

ТА ва РА режим индикатори TCAS тизими чиқараётган маълумотларни куриш учун ишлатилади (расм). Расмда кўрсатилган индикатор LCD деб номланиб ТА ва РА режимлари маълумотларини кўрсатади.

ТА режим маълумотларини экранда кўрсатиш учун маълум белгилар қабул қилинган.

Бу белгилар ... расмда курстилган.

Бу ерда

⊕ – TCAS жойлашган учиш аппарати;

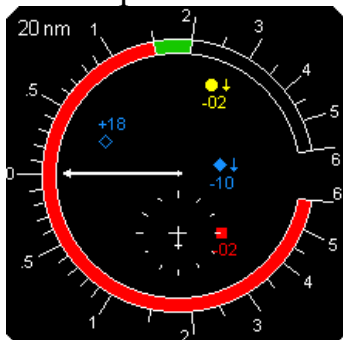
◇ – TCAS жойлашган учиш аппаратига хавф тугдирмайдиган бошқа учиш аппарати;

◆ – TCAS жойлашган учиш аппаратига хавф тугдирмайдиган лекин унинг яқинида учаётган бошқа учиш аппарати;

● – TCAS жойлашган самолётга хавф тугдирадиган бошқа самолёт;

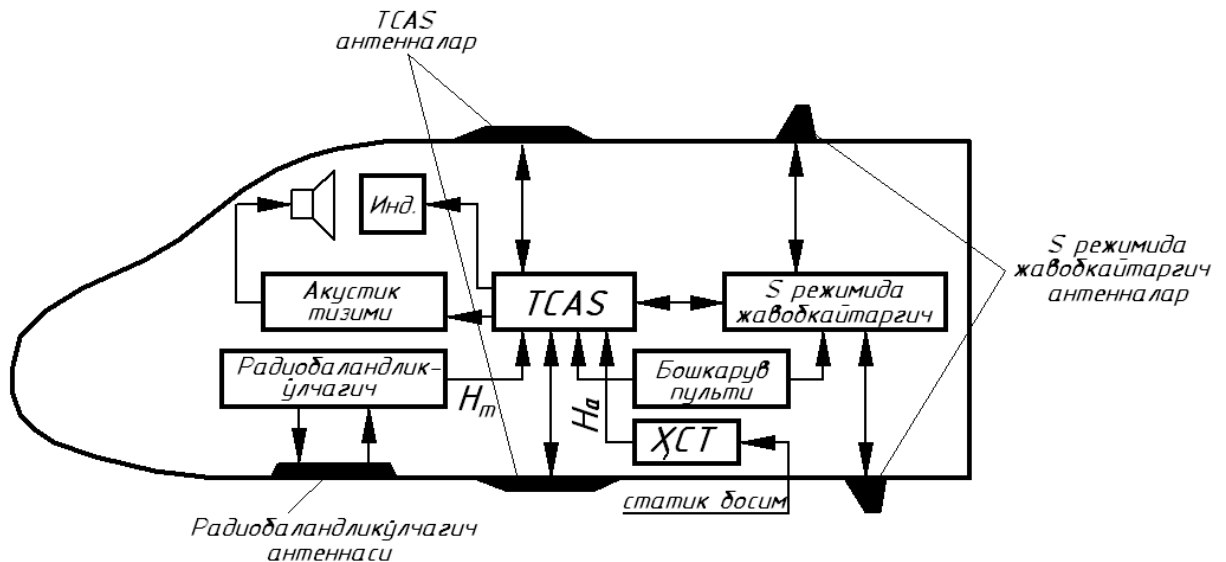
■ – TCAS жойлашган самолётга аниқ хавф тугдирувчи самолёт;

Бундай хавф тугилганда тукнашиб кетмаслик учун самолёт вертикал моневер яъни пасайиши ёки кутарилиши лозим.



Расм. Экран VSI/TRA Хавфли самолётга нисбатан баландлик тўғрисидаги маълумот индикатор экранида иккита ракам билан белгиланади. Агар кўрсатилган ракам олдида (+) белги бўлса юқорида, (–) белги бўлса пастда хавфли самолёт учаётган бўлади.

TCAS тизимининг ишлаши қўйидагича амалга оширилади. TCAS тизими ўрнатилган биринчи самолёт йўналтирилмаган антеннасида 1030 МГц частотада суровчи сигнал тарқатади. Суровчи сигнал таркибида самолёт адреси иштирок этади. TCAS тизими билан жиҳозланган иккинчи самолёт биринчи самолётнинг маълумотларини қабул қилиб олиб унинг адресига 1090 МГц частотада маълумот юборади. Бир қанча шундай маълумот алмашувлардан сўнг TCAS тизими унга хавф тугдириши мумкин бўлган самолёт тўғрисида керакли маълумотларга эга булиб, уларга мос тасвир ва товуш тарзида маълумот беради.



Расм. TCAS тизимининг тузилиш схема

ҲСТ – ҳаво сигналлар тизими; Инд. – индикаторлар;

расмда TCAS тизимининг тузилиш схемаси кўрсатилган. Ундаги айрим блоклар самолётнинг турига қараб бир биридан бошқача бўлиши мумкин.

Назорат саволлари.

1. TCAS-2000 тизимининг вазифасини тушунтириб беринг.
2. TCAS-2000 тизими қандай блокларга эга?
3. TCAS-2000 тизими антенналари самолётнинг қайси қисмига жойлаштирилади?
4. TCAS-2000 тизим жавобқайтаргич антенналари самолётнинг қайси қисмига жойлаштирилади?
5. TCAS-2000 тизимида қандай индикатор ишлатилади?
6. TCAS-2000 тизимининг процессори қайси вазифаларни бажаради?

IV боб. Радионавигацион жиҳозлар.

§ 4.1 Радионавигациянинг умумий тушунчалари

«Навигация» лотинча сўз бўлиб «денгизда сузиш» маъносини англатади.

Учиш аппаратини хавфсиз учинини таъминлаш, маълум вақтда фазонинг керакли нуктасига олиб чиқиш каби ишлар навигацион жиҳозлар ёрдамида бажарилади.

Хозирги кунга келиб навигация харакатдаги объектларни (сув кемаси, учиш аппарати, космик кема) бошқариш усуллари ўргатади.

Учиш аппаратларини бошқаришда навигациянинг асосий вазифаси учувчи аппаратни хавфсиз хайдаш ва белгиланган вақтда кўрсатилган троектория бўйича фазонинг маълум нуктасига олиб чиқишдир.

Бу масалани ечишда учиш аппаратининг харакат параметрларининг – оний кийматини ўлчаш, учаётган учиш аппарати жойини берилган координаталар тизимида аниқлаш, агар бу параметрлар учиш режасида кўрсатилаётган кийматларидан бошқача бўлса экипаж аъзоларига учиш режимини ўзгартирувчи кўрсатмалар бериш лозим бўлади. Бу ишлар радионавигацион жиҳозлар ёрдамида бажарилади. Шу сабабдан учувчи аппаратларни радиожиҳозлар ёрдамида бошқариш радионавигация деб аталади.

Радионавигацияни кўллашда қўйидаги тушунчалардан фойдаланилади.

Йўл чизиги (линия пути) – учиш аппарати харакат троекториясининг ер юзасига тушурилган чизигидир.

Маршрут – берилган йўл чизигининг картага тушурилган кўриниши бўлади.

Самолёт жойи (место самолета) – ер юзасидаги нукта бўлиб, самолет огирлик марказининг ердаги проекциясидир.

Учиш баландлиги – учиш аппаратидан ер юзигача вертикал бўйича масофа бўлади, самолет бошқаришда учиш баландлигининг абсалют, нисбий ва ҳақиқий баландлик тушунчалари ишлатилади.

Абсолют баландлик – вертикал бўйича самолет пастки қисмидан денгиз ва океан юзасигача масофага айтилади.

Нисбий баландлик – вертикал бўйича самолет пастки қисмидан бирламчи хисобланган юзачагача бўлган масофадир. Бу юзача баландлик ёки чуқурлик жойларида бўлиши мумкин яъни у ерларда қурилган аэродромлар эътиборга олинади.

Ҳақиқий баландлик – бу учиш аппарати пастки қисмидан вертикал бўйича ер юзигача бўлган масофадир.

Учиш аппарат курси – горизонтал текисликдаги самолет огирлик марказидан ўтказилган меридианнинг шимолий йўналиши билан учиш аппарати бўйлама чизиги орасидаги соат стрелкаси йўналиши бўйича ўлчанган бурчак бўлади.

Йўл тезлиги – самолётнинг ер юзасига нисбатан тезлигидир.

Самолёт ҳавода ҳаракат қилган лиги учун йўл тезлигини аниқлашда ҳавонинг ҳам ерга нисбатан ҳаракатини ҳисобга олиш керак.

Шунинг учун самолётнинг йўл тезлиги \vec{W} ҳаводаги тезлик \vec{V} билан (самолётнинг фазога нисбатан ҳаракат тезлиги) шамол тезлиги \vec{U} вектор йигиндисидан ташкил топган бўлади. $\vec{W} = \vec{V} + \vec{U}$. Ҳаводаги тезлик йўналиши одатда самолёт бўйлама чизиги яъни учиш аппарат курсига мос келади.

Бу тушунчалар радионавигацион параметрлар бўлиб, уларни ўлчаш ва ўзгартириш ишлари радионавигацион қурилма ва тизимларда бажарилади.

Бунда ўлчаниши керак бўлган параметр (йўналиш, масофа, тезлик ва б.) электромагнит тўлқиннинг ёки амплитудаси билан, ёки частотаси билан, ёки фазаси билан, ёки тўлқин тарқалиш вақти билан функционал боғланган бўлади. Шунинг учун электромагнит тўлқинлар параметрларини ўлчаш билан навигацион хабарлар аниқланади.

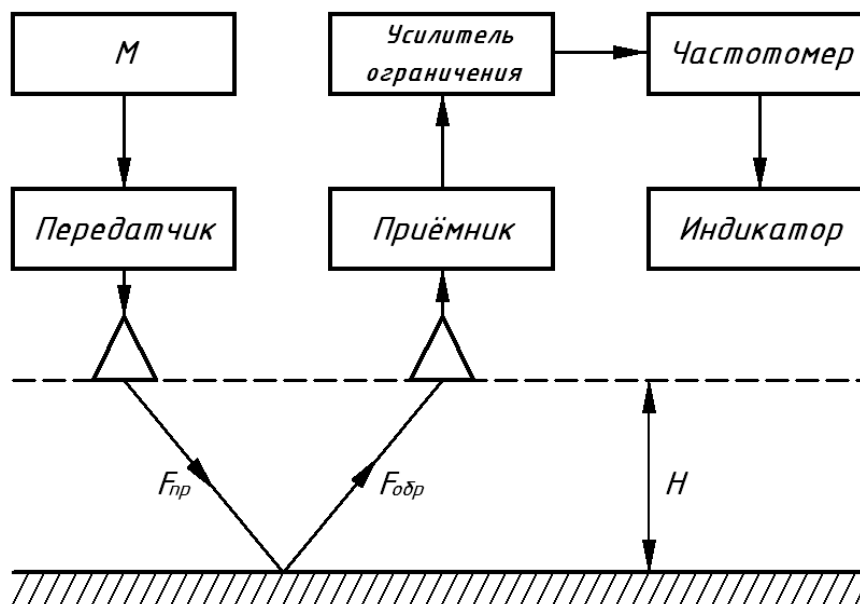
Назорат саволлари.

1. Радионавигация мазмунини тушунтириб беринг.
2. йўл чизиги тушунчасини таърифлаб беринг.
3. Маршрут тушунчасини таърифлаб беринг.
4. Самолёт жойи тушунчасини таърифлаб беринг.
5. Учиш баландлиги тушунчасини таърифлаб беринг.
6. Абсолют баландлик тушунчасини таърифлаб беринг.
7. Нисбий баландлик тушунчасини таърифлаб беринг.
8. Ҳақиқий баландлик тушунчасини таърифлаб беринг.
9. Ҳаво кема курси тушунчасини таърифлаб беринг.
10. Йўл тезлиги тушунчасини таърифлаб беринг.

§ 4.2 Учишнинг ҳақиқий баландлигини ўлчаш негизи

Учишнинг ҳақиқий баландлиги радиобаландлик ўлчагичлар ёрдамида бажарилади. Радиобаландлик ўлчагичнинг турли вариантлари мавжуд. Улар учувчи аппаратнинг бортига жойлаштирилади. Мисол учун РВ-5.

Учишнинг ҳақиқий баландлигини қўйида келтирилган расмдаги тузилиш схемасидан тушунтириб мумкин



Расм. Радиобаландлик ўлчагичнинг тузилиш схема.

Бортдаги баландлик ўлчагичнинг радиосигнал узатувчиси юқори частотали сигнал ишлаб чиқариб узатувчи антенна ёрдамида учувчи аппаратдан ер юзаси томон тарқатади $F_{пр}$. Бу сигнал электромагнит тўлқин кўринишида ер юзасидан қайтиб $F_{обр}$ баландлик ўлчагичнинг қабул қилувчи антеннаси ёрдамида қабулқилгичга етиб келади. Тўлқин узатишдан бошдаб қайтиб қабул қилунгунгача кетган вақт қўйидаги формула билан аниқланади:

$$\tau = \frac{2 \cdot H}{c}$$

H – учишнинг ҳақиқий баландлиги;

c – электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги.

Бунда электромагнит тўлқинларнинг тарқалиши тўғри чизикли ва ўзгармас тезлик билан бўлади. Бу ерда H -учишнинг ҳақиқий баландлиги деб аталади. Радиобаландлик ўлчагич асосан учиш аппаратининг қўниш жараёнига киришда ва қўниш жараёнида ишлатилади, яъни ўлчаш кичик баландликлар ўлчамида бўлади. Баландлик ўлчаш диапазони $0 \div 1500$ метргача бўлиши мумкин.



Расм. ALT-4000 (radio altimetr)

Модуляцияланган сигнал узаткичдан T_1 вақтда тарқатилганда частотаси f_1 бўлса T_2 вақтда қайтиб келган сигнал частотаси f_2 бўлади. Шунинг учун тўлқиннинг бориб келиши учун кетган вақт $\tau = t_2 - t_1$, $F_p = f_2 - f_1$ бўндан вақт $\tau = F_p \rightarrow U \rightarrow H$ частота боғлиқ бўлиб, ундан баландлик ҳисоблаб $H = M \cdot F_p$ топилади.

$$M = \frac{cT_M}{8\Delta f} = \frac{c}{8\Delta F_M}$$

F_M – модуляцияловчи сигнал частотаси; c – радиотўлқин тарқалиш тезлиги; Δf – модуляция қилинган сигнал частота ўзгариши.

Бу формула радионавигация назариясида радиобаландлик ўлчагичнинг асосий тенгламаси деб аталади.

Назорат саволлари.

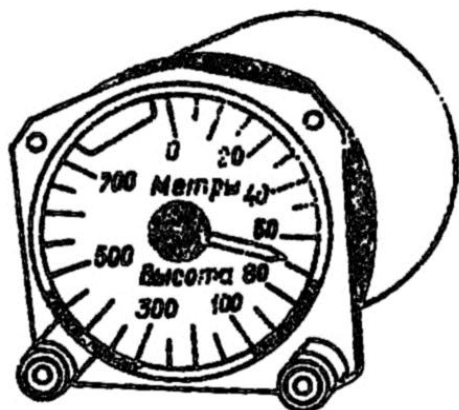
1. Радиобаландлик ўлчаш негизини тушунтириб беринг.
2. Радиобаландлик ўлчагичнинг тузилиш схемаси қурилмалари вазифаларини тушунтириб беринг.
3. Радиобаландлик ўлчагич самолетнинг қайси қисмига ўрнатилади?

§ 4.3 РВ-5 радиобаландликўлчагич

Радиобаландликўлчагич РВ-5 бортдаги навигацион мажмуа ташкил этувчиларидан бўлиб, учишнинг ҳақиқий баландлигини улчаш учун ишлатилади.

РВ-5 ишлаш негизи учишнинг ҳақиқий баландлигини улчаш негизига асосланган.

РВ-5 учиш вақтида экипажга кўринадиган учиш баландлигининг оний киймати тўғрисидаги маълумотни бир ёки иккита баландлик кўрсаткич асбобида кўрсатиб беради. Бундан ташқари учиш аппарат учун олдиндан кўрсатилган хавфли баландлик ва бу баландликдан пастда учиш тўғрисидаги товуш ва тасвир маълумотини чиқариб беради, яна экипажга радиобаландлик ўлчагичнинг тўғри ишлаётгани ёки бузуклиги тўғрисидаги сигнални ҳам чиқариб беради. Радиобаландликўлчагич чиқишидаги сигнал навигация ва бошқарув тизимларига ҳам электр сигнали тарзида узатилади. Яъни ҳақиқий баландлик тўғрисидаги маълумот мусбат кутбли ўзгармас кучланиш сифатида узатилади.



Расм. УВ-5 баландлик кўрсаткич асбоби

РВ-5 комплектига ПП-5 қабулқилгич-узаткич, бир ёки иккита УВ-5 баландлик кўрсаткич асбоби, АР5-1 рупор типдаги антенна, РА-5 амортизацион таглик, юқори частота кабели ва назорат қовуштиргичи (разъём) киради. РВ-5нинг қабулқилгич-узаткич блокада баландликга пропорционал бўлган частоталар фарқи ўлчагичи, узаткич ва қабулқилгич қурилмалари жойлашган бўлади. Булардан ташқари хавфли баландликдан утишни огоҳлантирувчи товуш сигнали схемаси ва электр манба жойлаштирилган бўлади.

Амортизацион таглик РА-5 учиш вақтида қабулқилгичузаткич блокига тушадиган титраш юкламаларини камайтириш учун ишлатилади.

Баландлик кўрсаткич асбоблари ўлчанувчи баландлик оралиғига қараб УВ-5: 0 ÷ 750 м, УВ-5В: 0 ÷ 300 м ва УВ-5Р: 0 ÷ 1000 м модификациялари мавжуд.

РВ-5 радиобаландлик ўлчагич қўйидаги параметрларга эга.

Улчанадиган баландлик оралиғи	0 ÷ 750 м.
РВ-5 узаткичнинг частоталар оралиғи	4,2 ÷ 4,4 ГГц.
Частоталар девиацияси	50 МГц.
Модуляцияловчи частота	150 Гц.
Сезгирлик	90 дБ.

РВ-5 – истемол манба қуввати.

115 [В], 400 Гц манба тармоги бўйича	90 ВА
27 [В] манба тармоги бўйича.....	10 Вт
Бир баландлик кўрсаткич асбобли улгагич комплекти	
огирлиги кабель ва амортизацияон тагликсиз.....	10 кг
Қолдик баландлик оралиғи	5 ÷ 10 м

Қолдик баландлик қўйидаги формула билан аниқланади.

$$H_{\text{ост}} = 0,76 (l_{\text{прм}} + l_{\text{прд}}) + \sqrt{H_0^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

$l_{\text{прм}}$, $l_{\text{прд}}$ – қабулқилувчи ва узатувчи тракт кабел йўли узунлиги.

H_0 – радиобаландлик ўлчагич антенналари жойлаштириш баландлиги.

D – антенналар орасидаги масофа.

Учиш аппарати 3200 ± 200 м баландликка кутарилганда РВ-5 учириб қўйилади. Агар 3200 ± 200 м баландликдан пасая бошласа РВ-5 ишга тушади. Демак, РВ-5 радиобаландлик ўлчагич 3200 метрдан кам баландликни улчашда ишлатилади. Юқори баландликни ўлчашда барометрик баландлик ўлчагич ишлатилади.

Назорат саволлари.

1. РВ-5 радиобаландлик ўлчагич таркибига нималар киради?
2. РВ-5 радиобаландлик ўлчагичининг индикатори қандай ва уларнинг тури.
3. РВ-5 радиобаландлик ўлчагичида қандай антенна ишлатилади?
4. РВ-5 радиобаландлик ўлчагичи қандай параметрларга эга?

§ 4.4 Бортдаги қўндириш тизим жиҳози ILS



Расм. ILS-85

Бортда жойлаштирилган қўндириш тизим жиҳози ILS-85 ердаги қўндириш тизим машъалларининг сигналлари ёрдамида самолётни қўндириш учун ишлатилади.

Қўниш курси ва глиссададан самолёт чиқиб кетаётганлиги тўғрисидаги маълумот ILS нинг бир-бирига боғлиқ бўлмаган иккита кириши ва чиқишидан 32-разрядли кетмакет биполяр кодда чиқарилади.

ILS-85 қўндирувчи жиҳоз тузилиши ва электр параметрлари бўйича ICAO талабларига жавоб беради. Шу билан бир каторда радиоэшиттиришнинг частотавий модуляцияланган ўта қисқа тўлқинли радиостанциялар халакитлари ва халакит таъсирлари бўйича ARINC-710, ARINC-429, ARINC-600 стандарт талабларига ҳам жавоб беради.

ILS жиҳозининг параметрлари қўйидагилардан иборат:

1. ILS нинг курс ўлчовчи қабулқилгичи.

частоталар оралиғи	108,10 ÷ 111,95 МГц.
каналлар сони	40
сезгирлиги	3 мкВ дан кам эмас

2. ILS нинг глиссада ўлчовчи қабулқилгичи.

частоталар оралиғи	329,15 ÷ 33500 МГц.
каналлар сони	40
сезгирлиги	6 мкВ дан кам эмас
ILS жиҳози ишлаш температураси.....	– 40 ÷ + 70°С
юқори намлик + 40°С температурада	90%
огирлик	5,5 кг
улчовлари	360 × 94,5 × 200 мм, бўлиб, асосан чет эл самолётларига ўрнатилган.

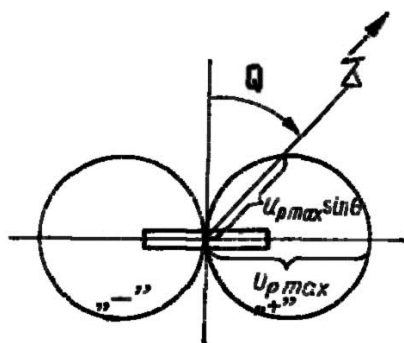
ILS жиҳози ТУ ва ИЛ типдаги самолётларга ҳам ўрнатилади.

Назорат саволлари

1. Бортдаги қўндирувчи ILS жиҳози қандай вазифаларни бажаради?
2. ILS қўндирувчи жиҳоз таркибий қисмлари нималардан иборат?
3. ILS нинг курс бурчагини улчаш асосини тушунтириб беринг.
4. ILS нинг глиссада бурчагини улчаш асосини тушунтириб беринг.
5. ILS қўндириш жиҳози қандай параметрларга эга?

§ 4.5 Автоматик радиоконпас АРК

Автоматик радиоконпас вазифаси ҳаракатдаги учиш аппаратининг ердаги радиостанцияга нисбатан курс бурчагини ўлчаш. Курс бурчагини ўлчаш ердаги радиостанция тарқатган электромагнит тўлқин йўналишини учиш аппарат ўқиға нисбатан аниқлашға асосланган.



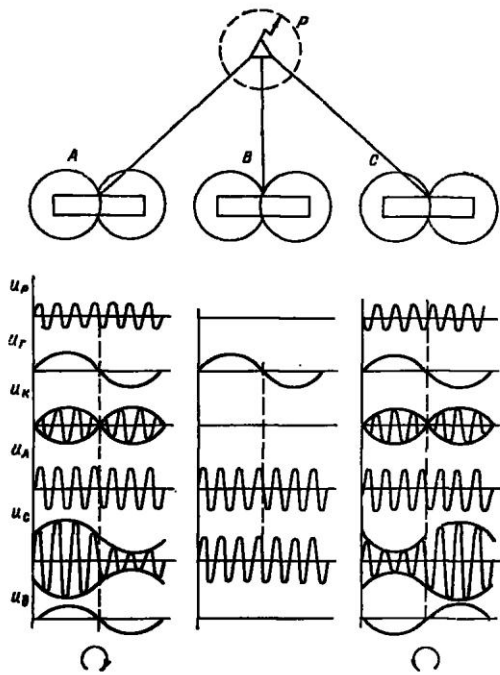
Расм.

Автоматик радиоконпас амплитуда – фазавий радионавигацион қурилма бўлиб, унинг чиқишида ҳосил бўлган сигнал амплитудаси электромагнит тўлқин йўналишини, фазаси эса учиш аппарат йўналишига нисбатан радиостанция турган ярим шарни аниқлайди. Сигналнинг амплитудаси, ва фазаси билан курс бурчаги орасидаги боғлиқлик автоматик радиоконпаснинг махсус антеннаси орқали таъминланади.

Махсус антенна «йўналтирилган рамкасимон» антенна бўлиб, унда ҳосил бўлган сигнал амплитудаси сигнал амплитудаси сигнал келиш йўналишига қараб расмда кўрсатилгандек боғлиқ бўлиш екрак. Бу боғлиқлик «рамкасимон» антеннанинг «йўналганлик диаграммаси» деб аталади. Яъни антеннада ҳосил бўлган сигнал амплитудаси $U(Q) = U_{\max} \cdot \sin Q$, Q – бурчакка боғлиқ бўлади, бурчак эса антенна юзасидан чиққан перпендикулярға нисбатан ўлчанади.

U_{\max} – антенна қурилмадаги сигнал амплитудасининг максимал киймати бўлиб, антенна соат стрелкаси ёки унга тесқари буралган ҳолатдаги киймати бўлади.

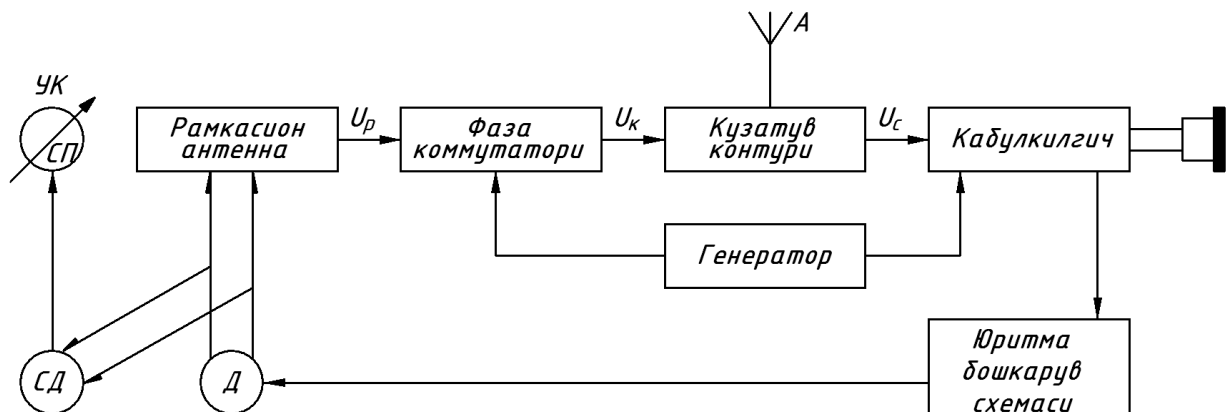
Автоматик радиоконпаснинг рамкасимон ҳаракатланувчи антеннаси учиш аппаратига шундай ўрнатиладики унинг юзасидан чиққан перпендикуляр учиш аппарат бўйлама ўқиға мос бўлади. Учиш аппарат учиш вақтида антенна ёрдамида радиостанциянинг сигнали йўналишида автоматик тарзда мослашади, натижада қабул қилинган сигнал минимал кийматға эға бўлади. Шунинг учун антеннанинг бурилиш бурчаги радиостанция курс бурчагининг кийматига тенг бўлади. Ердаги радиостанцияни тўғри аниқлаш учун автоматик радиоконпас таркибига иккиға йўналтирилмаган ҳаракатланмайдиган антенна жойлаштирилган бўлади. Бу антеннанинг йўналтирилганлик диаграммаси ҳам айлана бўлади. Қабул қилинган тўлқин йўналишига қараб рамкасимон антенна ва иккинчи антенналар фазалари мос ёки 180° фарқ қилишлари мумкин. Радиоконпас рамкасимон антеннанинг бурилишини таъминлайдиган кучланиш ишлаб чиқаради ва бу кучланиш киймати радиостанция йўналишида минимал бўлади. (расм)



Расм.

Автоматик радиокompаснинг учта характерли иш ҳолатини кўриб чиқамиз. Фараз қилайлик учиш аппаратининг А,В,С радиокompаслари (расм) ердаги Р радиостанцияга соzланган бўлсин. У ҳолда рамкасимои ва йўналтирилмаган антенналарда ҳосил бўлган сигналлар А ҳолат учун фазалари мос, С ҳолат учун фазалари карама-карши (180°) ва В ҳолат учун рамкасимои антенна кучланиши деярли нолга тенг бўлади. Рамкасимои антенна кучланиши фазалар коммутаторида (узиб-улагич) модуляцияловчи синусоидал генератор сигнали билан аввалдан фазавий ва амплитудавий модуляцияланган бўлади. Бунда синусоидал сигнал генератор кучланиши ярим даврга ўзгаришида рамкасимои антенна сигнали

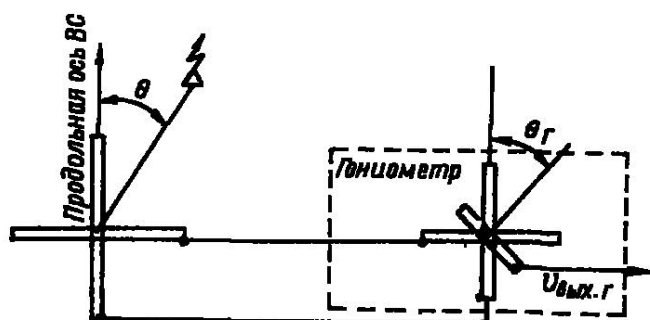
фазаси 180° га сурилади. Бу сигнал йўналтирилмаган антенна сигнали билан кўшилганда амплитудавий модуляцияланган сигнал ҳосил бўлади.



Расм. АРК тузилиш схема

Радиокompас қабулқилгичида бу сигнал тегишли қайта ишланиб, ўзгарилиб ва детекторланиб амплитуда ва фазаси модуляцияловчи сигнал конуни бўйича ўзгарувчи кучланишга айлантирилади. Қабулқилгич чиқишидаги кучланиш рамкасимои антеннани бурувчи юритгични бошқариш учун ишлатилади. Рамкасимои антенна бурилиши қисқа йўлда амалга ошиб қабул қилинадиган сигнал минимал қийматига, электромагнит тўлқин келаётган томонга яъни ердаги радиостанция томонга бурилади. Расмдаги В ҳолатга тўғри келганда юритгич ҳаракати тухтайди. Агар минимал сигнал қабул қилиш йўналиши ўнгга (А ҳолат) ёки чапга (С ҳолат) тўғри келса, радиокompас шундай сигнал ишлаб чиқариб бу сигнал юритгичга узатилади ва натижада ердаги радиостанция йўналишига мосланади.

Рамкасимон антеннанинг бурилиш бурчаги сельсин тизими орқали радиостанциянинг курс бурчаги кўрсаткичи(указатель курса) асбобида пайдо бўлиб кўринади.



Расм. АРК антенна гониометри

Автоматик радиокompаснинг бошқа турида айланувчи антенна вазифасини харакатланмайдиган рамка ва махсус радиотехника қурилма «гониометр» бажаради. Натижада радиокompас ёрдамида курс бурчагини улчаш аниқлиги ошади.

Автоматик радиокompаснинг АРК-9, АРК-11, АРК-15М турлари мавжуд бўлиб, улар учиш аппаратларининг турларига қараб ўрнатиладилар.

Хозирги кунда купрок ишлатилаётган автоматик радиокompас АРК-15М гониометрли тури хисобланади.

АРК-25 самолёт ёки вертолетда қўлланиладиган бурчак улчови радионавигацион жиҳоз бўлиб, учиш аппаратининг учишдаги ва қўнишга пасайишдаги навигацион ишларни бажаради.

АРК-25 автоматик радиокompаснинг техник параметрлари ва тавсифлари қўйидагилардан иборат.

500 Гц дискрет частотада созланган вақтда частоталар оралиғи	150 ÷ 1750 кГц
Сезгирлик	25 мкВ/м дан кам эмас
Курс бурчаги улчаш хатолиги	+ 2°
Товуш канали чиқиш қуввати	100 мВт
Индикация иезлиги	30 град/сек.
Манба кучланиши	115 [В], 400 Гц
Ишчи температура оралиғи.....	- 60°С ÷ + 60°С
Қабул қилувчи қурилма огирлиги	3,9 кг
Созлаш частоталари сони	38



Расм. Аппаратура NAV-4000 (VOR, ILS, ADF)

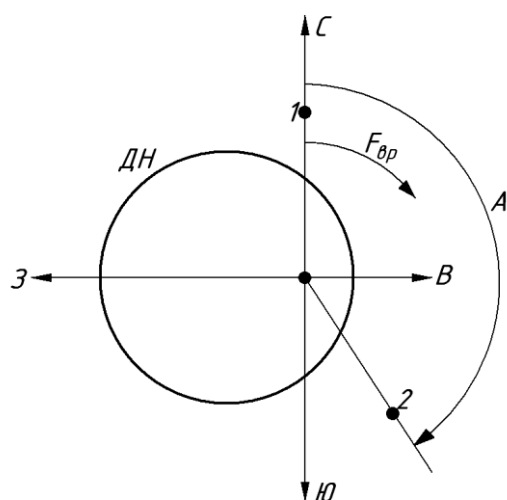
АРК-25 радиокампаси халқаро частоталар оралиғида ишлаб ICAO талабларига ва ARINC (стандарт) тавсияларига жавоб беради.

АРК-25 учиш аппаратига автоном қурилма сифатида ёки Рақамли навигацион мажмуа таркибида ўрнатилади.

Назорат саволлари.

1. Автоматик радиоконпаснинг вазифасини айтиб беринг.
2. Автоматик радиоконпаснинг таркибий қисмлари нималардан иборат?
3. Автоматик радиоконпаснинг «Йўналтирилган рамкасимон» антеннасининг ишлашини тушунтириб беринг.
4. Автоматик радиоконпаснинг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
5. Антенна гониометри қандай қурилма?
6. Автоматик радиоконпасларнинг қайси турларини биласиз?
7. ИЛ-114 самолетида турувчи АРК-25 радиоконпаснинг параметрларини айтиб беринг.

§ 4.6 Бортдаги яқиндан навигация жиҳози VOR



Расм. VOR тизимининг ишлаш негизи.

ДН – йўналтирилганлик диаграммаси;

А – азимут;

$F_{вp}$ – антенна айланиш частотаси;

С – шимол

Ю – жануб

З – ғарб

В – шарқ

Замонавий халқаро ҳаво йўллари VOR/DME тизими билан жиҳозланганлар. Улар ёрдамида яқиндан навигация ишлари бажарилади.

Бундай тизимда VOR жиҳози азимут бурчагини ўлчаш, DME жиҳози эса узокликни ўлчаш вазифаларини бажардиладар. Улар биргаликда ва мустақил равишда ишлашлари мумкин.

VOR жиҳози ёрдамида азимут бурчаги улчаш фазавий усулга асосланган. Бунда азимутал радиомашъал антеннаси айлана шаклидаги йўналтирилганлик диаграмма ҳосил қилиб 30Гц частотада айланади, ... расмда каранг.

VOR жиҳози қабул қилиб олинган сигналнинг паст частотали ташкил этувчисини ажратиб олади, унинг фазаси азимут ҳақидаги маълумотни ҳосил қилади.

VOR-85 яқиндан навигация тизимининг бортдаги жиҳози булиб, учиш аппаратининг ердаги VOR типдаги машъалларга нисбатан азимут улчаш учун ва маршрутдаги ҳамда қўндирувчи маркер машъаллари устидан утиш вақтини аниқлаш учун хизмат қилади.

Кейинги вақтда самолёт жойини аниқлаш ва берилган курсдан чикиб кетаётганлигини.

VOR нинг техник параметлари қуйидагилардан иборат

– Частота каналлар сони:

108,00÷112,00 МГц ораликда..... 40

112,00÷117,95 МГц ораликда..... 120

– VOR қабулқилгичи:

– частоталар оралиғи 108,00÷117,95 МГц

– сезгирлиги 3мкВ дан кам эмас

– азимут ўлчаш хатолиғи..... 0,5° дан кам

– 500 омга юқланган товуш сигнал қуввати..... 100 мВт



Расм. VOR-85

Маркер қабулқилгичи:

- ишлаш частотаси 75 МГц
- сезгирлиги:
 - «Маршрут» режимида 140÷180 мкВ
 - «Посадка» режимида 1,1÷1,9 мВ
- VOR ишлаш температураси – 40 ÷ + 70°C
- оғирлиги 5 кг
- ўлчамлари..... 360 × 94,5 × 200 мм

VOR-85 жиҳози чет эл самолётларидан ташқари, ТУ ва ИЛ русмли самолётларга ўрнатилади, хусусан, ИЛ-114-100.

Назорат саволлари.

1. VOR яқиндан навигация жиҳозининг ишлаш асосини айтиб беринг.
2. Яқиндан навигация жиҳози VOR нинг ташкил этувчилари нималардан иборат?
3. VOR жиҳози қайси ташкилот талаблари ва стандартларга жавоб бериши керак?
4. VOR жиҳозининг параметрларини айтиб беринг.

§ 4.7 Радиоузқликўлчғич DME



Расм. СД-75

DME жиҳози яқиндан навигация тизимининг бортда тирувчи ташкил этувчиси бўлиб учиш аппаратининг узқлигини ўлчайди.

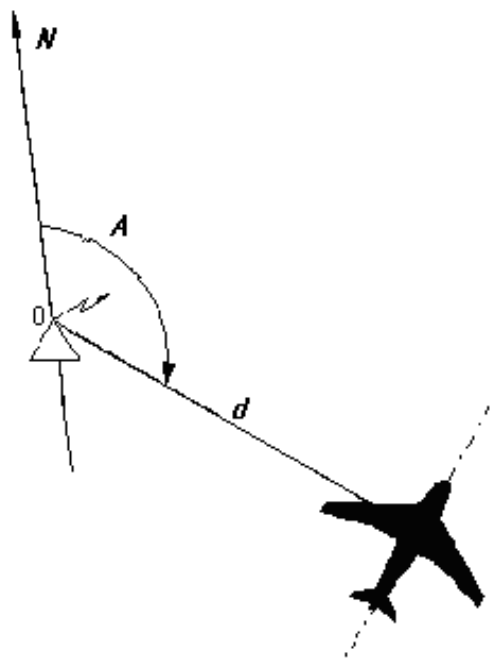
DME жиҳозини ишлаш негизи яқиндан навигация тизими РСБН жиҳозининг узқлик ўлчаш каналининг ишлаши билан бир ҳил бўлади.

Назорат саволлари

1. DME жиҳозининг таркибий қисмларини айтиб беринг.
2. DME жиҳозида қандай антенна ишлатилади.
3. DME жиҳозининг параметрлари нималардан иборат.

§ 4.8 Яқиндан навигация жиҳозлари. РСБН

Бортда турувчи яқиндан навигация радиотехник жиҳозлари ёрдамида учиш аппарат турган жойи аниқланади. Учиш аппаратининг турган жойини аниқлаш учун бурчакни ва узоқликни ўлчаш керак бўлади. Яқиндан навигация жиҳози поляр координаталар тизимида учиш аппарат азимути ва узоқлигини ўлчайди. Бунинг учун жиҳозда икки тракт мавжуд. Поляр координата тизими бошланиши 0 қилиб радиостанция жойлашган ердаги нуқта қабул қилинади.



A – азимут.

d – узоқлик.

N – меридианнинг шимолий йўналиши

Расм.

даги қабулқилгичда ўлчанади.

$\Delta t = t_2 - t_1$ борт- ер- борт.

Бунда t_3 - ушланиб қолинган вақт.

$\Delta t = t_D + t_3$, ушланиб қолинган вақт t_3 навигацион жиҳоз тузилишига боғлиқ бўлади.

$t = \frac{2 \cdot d}{c}$, d – оғиш бўйича узоқлик.

Бу формулалар РСБН ёрдамида узоқлик ўлчаш учун асос бўлади. Формуладаги вақтни ўлчаш амплитудавий, фазавий ёки фаза-импульсли усуллар бўлиши мумкин.

Импульс усулида ишловчи бортда турадиган РСБН таркибидаги узаткич $1 \div 2$ мксек давомида импульс кетма – кетлигини ишлаб чиқаради ва антенна ёрдамида атрофга таркатади. Бир вақтнинг ўзида импульслар ердаги радиомаяк йўналиши бўйича ҳам тарқалади. Импульснинг атрофга тарқалиш вақти

Бортдаги яқиндан навигация жиҳози ердаги радиомаякка нисбатан учиш аппарат азимути ва узоқлигини узлуксиз ўлчаб боради. Ўлчаш вақтида ердаги радиотехник тизим ва қурилмалар ҳам иштирок этадилар. Ердаги радиомаяк таъсир доирасида бошқа учиш аппаратлари учаётган бўлса улардаги РСБН тизими ҳам шу маякка нисбатан ўзларининг азимут бурчаги ва узоқликларини ўлчаб борадилар.

РСБН тизимида узоқликни ўлчаш радиолокациянинг актив жавобли актив радиолокация усулидан фойдаланишга асосланган. Яъни самолётдан «сўровчи» радиосигнал t_1 вақтда ер юзасида турувчи радиостанцияга юборилади. Ердаги қабулқилгич уни қабул қилиб олиб самолётга «жавоб» сигнали (иккиламчи радиолокация) қайтаради. Маълум вақтдан Δt сўнг, яъни t_2 вақтда қайтган нур борт-

t_1 бортдаги ўлчагичда эслаб қолинади яъни узокликни аниқловчи вақтнинг t_D бошланиши эслаб қолинади. Кейин импульснинг ердаги радиомаякдан қайтган вақти t_2 аниқланади ва эслаб қолинади. Эслаб қолиш учун «сўровчи» импульс тарқатилиши вақтида t_1 махсус сановчи қурилма импульс кетма – кетликлари ишлаб чиқара бошлайди. Радиомаякдан қайтган импульс келгандан сўнг сановчи қурилма генератори ўчади. Сановчи куралма чиқишидаги импульс кенглиги (узоклиги) сўровчи импульс тарқатилиш вақти билан жавоб импульслари келган вақт орасидаги вақтни яъни ердаги радиомаякгача масофани аниқлайди.



Расм. Бортдаги яқиндан навигация жиҳози – РСБН-7С

Узокликни аниқлашда импульс усулдан ташқари фазавий усул ҳам ишлатилади. Бу усулда t_1 ва t_2 вақтлар махсус синусоидал сигналнинг фазаси билан сунъий боғлиқликда бўлади. Сигнал борт-радиомаяк-борт оралиғида бориб келиши давомида синусоидал сигналнинг фазаси фазаайлантиргич ёрдамида даврий ўзгаради. Фазаайлантиргич айланиш тезлигини ўзгармас

қилиб олсак, t_1 ва t_2 вақтлар оралиғини t_D вақт, яъни узокликни синусоидал сигналнинг фазалар фарқи аниқлайди.

Узоклик ўлчашда ҳам импульс, ҳам фазавий усуллар ишлатилиши мумкин. Бунда фаза – импульсли усул бўлади. Бу усулда узоклик ўлчаш аниқлиги юқори бўлиб бир неча юз километр масофаларни ҳам ўлчайди. Яқиндан навигация жиҳозининг РСБН азимут ўлчаш канали ҳам бортда турувчи, ҳам ерда турувчи қурилмалардан ташкил топган бўлиб, ердаги жиҳоз азимут бурчаги тўғрисидаги сигнални бортга узатади. Бортга узатилган маълумот ердаги азимут улчовчи радиомаякнинг харакатланувчи антенна ўқи меридиан чизигининг шимолий йўналиши билан мос тушган вақтдан бошланади. Ердаги антенна диаграммаси учиш аппаратида қаралган йўналишга мос бўлган вақтда бортдаги жиҳозда қабул қилинади яъни бортдаги қабулқилгичга ердаги азимут ўлчовчи радиомаяк сигнали келиб тушади. Антеннанинг айланиш тезлиги ўзгармас бўлса, унинг нур йўналиши меридианнинг шимолий йўналишига мос тушган вақт билан учиш аппарати йўналиши орасидаги вақт, азимут бурчагига пропорционал бўлади.

$$t_A = M \cdot A$$

A – азимут, t_A – вақт, M – масштаб коэффициентлари.

Яқиндан навигация жиҳозининг учиш аппаратида турувчилари учун шартли белгиланишда охирига «С» ҳарфи (самолёт) кўшилиб белгиланади. Масалан: РСБН -7С.

Назорат саволлари.

1. Яқиндан навигация жиҳози қандай вазифани бажаради?
2. Яқиндан навигация жиҳозида нечта тракт мавжуд?
3. Яқиндан навигация жиҳозида узоқлик улчашни тушунтириб беринг.
4. Яқиндан навигация жиҳозида азимут улчашни тушунтириб беринг.
5. Яқиндан навигация жиҳози ташкил этувчилари нималардан иборат?
6. Яқиндан навигация тизимининг ишлаши учун бортда турувчи ташкил этувчиси етарлими?
7. Яқиндан навигация жиҳозининг антеннаси қандай?

§ 4.9 Бортдаги Рақамли учиш-навигация мажмуаси ЦПНК-114

Хозирги кунда самолётларга ўрнатилган барча тизим ишларини бошқариш учун микропроцессор қурилмаларидан ёки электрон ҳисоблаш машинасидан фойдаланилмоқда.

Шундай мажмуалардан ЦПНК-114 рақамли учиш навигация мажмуаси Ил-114 самолётига жойлаштирилган. ЦПНК-114 мажмуа ЭХМ блоки, бошқарув пульта, маълумот киритиш қурилмаси ва индикатор блокларидан ташкил топган. Бу блоклар экипаж кабинасига жойлаштирилган.

ЦПНК-114 тизимига кирувчи самолётга ўрнатилган бошқа жиҳозлар ўз вазифаларини мустакил бажарадилар. Мустакил жиҳозлар ЦПНК-114 тизимига уланса, у ҳолда улар турли навигацион параметрларнинг датчиклари сифатида ишлатилади.

Масалан, радиобаландлик ўлчагич учиш баландлиги ҳақидаги маълумотни ЦПНК-114 га чиқариб беради.

ЦПНК-114 мажмуа учиш-навигация вазифаларини бажариш учун халқаро ва МДХ давлатлари трассаларида учувчи самолётларга жойлаштирилган.

ЦПНК ёрдамида қўйидаги вазифалар бажарилади:

– учиш вақтида керак бўладиган учишнинг учиш-навигация параметрларини ишлаб чиқариш ва индикаторга чиқариш.

Учишнинг оптимал режимини саклаган ҳолда;

– дастурлаштирилган троектория бўйича самолётни автоматик ҳайдаш, учишнинг барча босқичларида вертикал ва горизонтал эшелонлаштириш меъёрларини таъминлаш, ҳамда ИСАО нинг II категорияси бўйича қўнишга кириш вазифалари;

– учишнинг критик режимлари яқинлашаётганлиги ҳақида ва ЦПНК алоҳида тизимлари ишдан чиққанлиги ҳақида маълумот бериш;

– маршрут бўйича ер юзасини кузатиш ва хавфли булутларни аниқлаш ишларини бажаради.

ЦПНК мажмуа таркибига қўйидагилар киради:

- самолёт ҳайдашнинг ҳисоблаш тизими;
- учиш ва моторнинг тортишини бошқарувчи ҳисоблаш тизими;
- самолёт ҳайдаш радиожиҳозлари;
- учирувчи жиҳозлар;
- хабар бериш ва электрон индикация мажмуа тизими.

Самолёт ҳайдашнинг ҳисоблаш тизими учишнинг барча босқичларида самолёт ҳайдаш масалаларини ечадиган ЦПНК нинг барча



Расм. ВСС-95



Расм. МФИ-ЖК2

тизимлари ишини бир-бирига боғланиб ишлашни таъминлайди. Бундан ташқари ЦПНК нинг Тула тизимлари ва алохида тизимларини автоматик назорат қилади. Самолёт ҳайдашнинг ҳисоблаш тизимига вақтни аниқ кайд қилувчи электрон хронометр ҳам жойлаштирилган бўлади.

ЦПНК даги ҳисоблаш тизимлари вазифаларини Рақамли ҳисоблаш машиналари бажаради.

Рақамли ҳисоблаш машинаси маълумотларни қабул қилиш, қайта ишлаш (ишлов бериш), сақлаш ва берилган топшириқларни бажаришдаги ҳисоблаш ишларини бажаради. Унинг таркибида иккита мустақил ҳисоблаш контурлари булиб, улар параллел ишлайдилар.

Бундан ташқари ЦПНКнинг тизимлари ишдан чиқишини аниқловчи бошқа тизим ҳам киритилган бўлади.



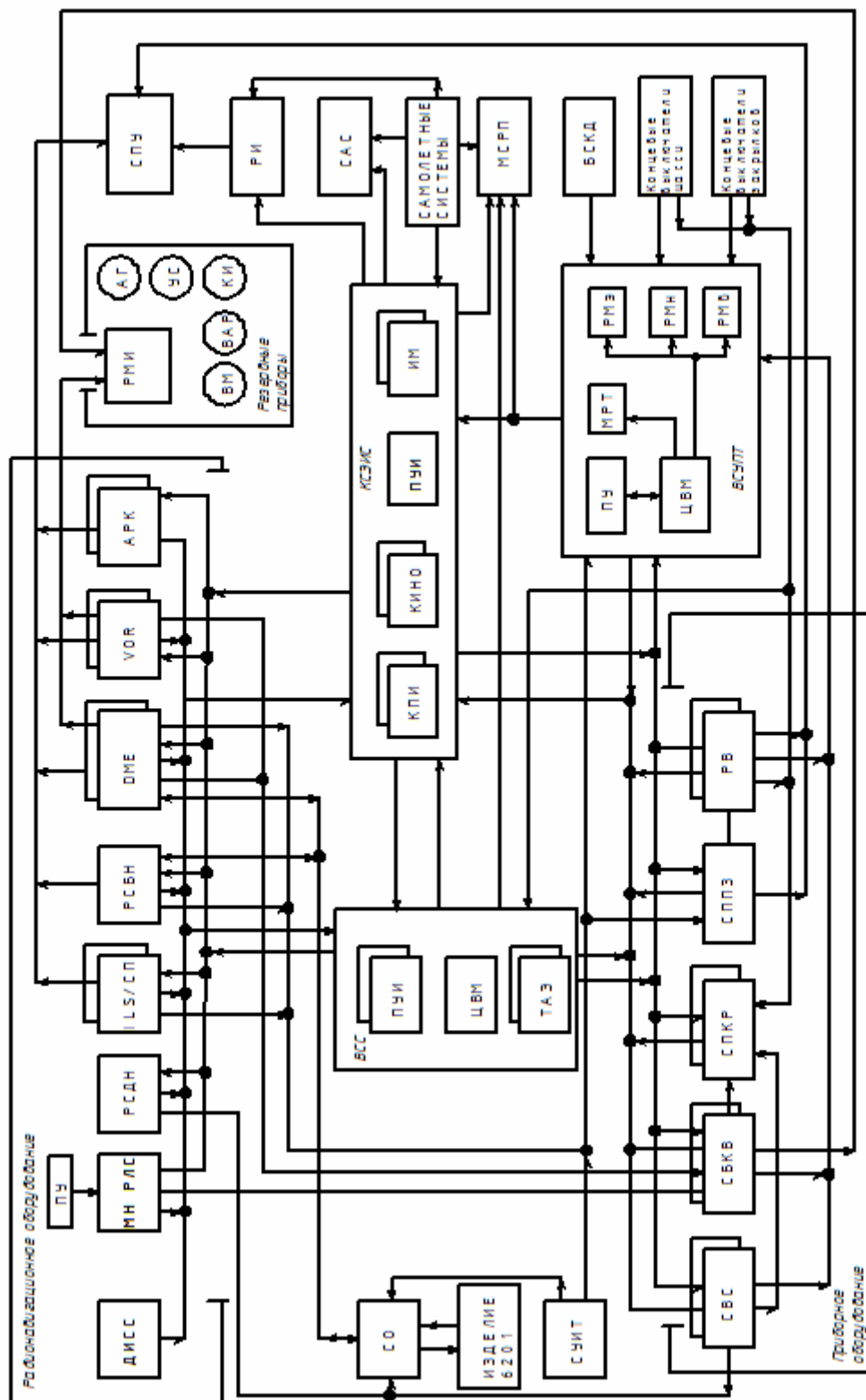
Расм. БВС (самолетда учта дона жойлаштирилган)

Рақамли ҳисоблаш машинасининг тузилиши алохида функционал модуллардан ташкил топган булиб, битта блокка жойлаштирилган.

Рақамли ҳисоблаш машинасига осон олиб куйиладиган МП-47 функционал модул киритилган. МП-47 нинг вазифаси маълумотлар тайёрлаш тизимининг автоматик тарзда навигацион ва ердаги маълумотларни ёзиб олишни таъминлайди.

МП-47 модулининг самолётдан ечилиши ва қайта куйилиши учун рақамли ҳисоблаш машина блокларининг ечиш керак бўлмайди.

ЦПНК нинг бошқарув ва индикация пульти самолёт ҳайдаш ҳисоблаш тизимининг ишлаш режимларини танлаш ва улаш, унга керакли маълумотларни киритиш ва чиқариш, навигация ва қўндирувчи радиожиҳозларнинг режимини кулда амалга ошириладиган бошқариш учун мулжалланган.



Расм.

Назорат саволлари.

1. Рақамли учиш-навигация мажмуаси қандай блоклардан ташкил топган?
2. Рақамли учиш-навигация мажмуаси бажарадиган вазифаларини айтиб беринг.
3. Рақамли учиш-навигация мажмуасининг ЭҲМ блоки қайси вазифани бажаради?
4. Рақамли учиш-навигация мажмуасининг маълумот киритиш қурилмаси ва индикатор блоки қандай вазифани бажаради?
5. Бошқарув пультининг вазифасини айтиб беринг.
6. Рақамли учиш-навигация мажмуасининг Рақамли ҳисоблаш машинасида қандай модул ишлатилади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. А.Абдуқаюмов. «Мутахассисликка кириш»: ўқув кўлланма – Тошкент.: ТДАИ, 2006 й.
2. Абдуқаюмов А.А. «Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов. Конспект лекции. Ташкент.: ТДАИ, 2000 г.
3. Закиров Р.Г., Абдуқаюмов А.А. Основы и системы радиолокации. Конспект лекции. Ташкент.: ТГАИ, 2004 г.
4. Закиров Р.Г., Матросов Ю.И. «Основы радионавигации и радионавигационные системы ЛА и А»: Конспект лекции. Ташкент.: ТГАИ, 2003 г.
5. Юлдашев Ш.К., Матросов Ю.И. Основы и системы радиолокации. Конспект лекции. Ташкент. ТГАИ 2004 г.
6. Давыдов П.С., Иванов П.А.. «Эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования»: Справочник. – М.: Транспорт, 1990 г.
7. Голяк А.Н. «Радионавигационное оборудование самолётов устройство и эксплуатация». М. Транспорт, 1982 г.
8. Хаймович И.А. «Бортовые устройства посадки самолётов». М. Машиностроение 1980 г.
9. Болбот А.А. «Связные и радионавигационные антенны самолётов». М. Транспорт, 1987 г.
10. Давыдов П.С. «Авиационная радиолокация». Справочник. М. Транспорт 1984 г.
11. Духон Ю.И. «Справочник по средствам связи и радиотехнического обеспечения полётов».
12. Белявский ЛС. «Основные радионавигации». М.Транспорт 1982 г
13. Бочкарев В.В., Кравцев В.Ф., Крыжанский Г.А.. «Концепции и системы CNS/АТМ в гражданской авиации»: под ред. Г.А. Крыжанского. – М.: ИЦК «Академкнига», 2003 г.