



ГРУПОВЕ ЗАНЯТТЯ

з дисципліни “Бойове застосування військових частин і підрозділів зв'язку і радіотехнічного забезпечення авіації”

ТЕМА №4. Кутомірні радіотехнічні засоби.

ЗАНЯТТЯ 2. Автоматичний радіопеленгатор АРП-11.

ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ

Вступна частина

Основна частина

1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.
2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Заключна частина.

**1. Призначення, склад і загальні ТТХ
радіопеленгатора АРП-11.**



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

Радіопеленгатор АРП-11 призначений для пеленгування ЛА, обладнаних зв'язковими радіостанціями метрового та дециметрового діапазонів хвиль, автоматичної індикації пеленгів на основному та виносному цифрових індикаторах, а також для передачі інформації про пеленг на борт ЛА. Крім того, вихідні сигнали радіопеленгатора можуть передаватись до системи індикації ДРЛ систем РСР-6М2 і РСР-10МН або систему ВІСП-75, для формуванні на екрані індикатора кругового огляду лінії пеленга.



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

До складу радіопеленгатора входять:

- апаратна;
- антенно - мачтовий пристрій (АМП);
- виносна апаратура (ВА);
- контрольно-випробувальний генератор (КВГ) з антеною;
- система автономного енергозбереження.

Апаратна розміщується в кузові К66Н. Вона включає в себе:

- АМУ та диско конусну антену, які розташовуються на даху кузова;
- два комплекти радіостанції Р-863;
- блок розділення та посилення сигналів;
- модулятор однолінійний;
- блок фільтра сигналів;
- два пульта дистанційного перемикача каналів;
- блок перетворення інформації;
- два блока цифрової індикації пеленга;
- блок управління і контролю;
- блок виконавчого пункту апаратури телеуправління і телесигналізації;
- розподільний щит;
- два стабілізатори напруги;
- два комплекти акумуляторної батареї 6СТ-75ЕМС;
- допоміжне обладнання (два магнітофони МС-61; телефон ТА-57; абонентська гарнітура ГСШ-А-18) та контрольно - вимірювальна апаратура.



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

До складу апаратної входять також система вентиляції, пожежної сигналізації та світло огороження. Система вентиляції складається з двох нагнітаючих вентиляційних установок та загально обмінної вентиляції. Для пожежної сигналізації використовуються термодатчики, чутливими елементами яких є термоопір.

Виносна апаратура розміщена на командно-диспетчерському пункті (КДП) аеродрому та включає:

- блок диспетчерського пункту апаратури телеуправління-телесигналізації;
- два блока вторинної обробки;
- блок двох каналної обробки;
- магнітофон МН-61;
- два посилювача звуку та два мікрофона.



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.



На КДП або в РСР розміщується блок управління радіопеленгатором.

До складу радіопеленгатора АРП-11 входять два АЦП. Одне (АЦП-1) розміщується на верху кузова автомобіля, друге (АЦП-2) заввишки 3,5 м встановлюється на відстані 100 м від нього. На щоглі АЦП-2 додатково прикріплюється блок антенного посилювача.

Контрольно-випробувальний генератор з антенною розміщується на щоглі, яка встановлюється на відстані 150 м суворо в напрямку на магнітну північ.



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

Тактико-технічна характеристика радіопеленгатора АРП-11

Робочий діапазон частот складається з двох під діапазонів :

під діапазону метрових хвиль (МХ) – 100149, 975 МГц;

під діапазону дециметрових хвиль (ДМХ) – 220 399, 975 МГц.

Дальність пеленгування та радіозв'язку на будь-якому частотному каналі:

при висоті польоту літака 1000 м

в діапазоні МХ, км ≥ 80 ;

в діапазоні ДМХ, км ≥ 100 ;

при висоті польоту літака 3000 м

в діапазоні МХ, км ≥ 150 ;

в діапазоні ДМХ, км ≥ 180 ;

при висоті польоту літака 10000 м ≥ 250 км.

Зона дії: в горизонтальній площині – колова;

в вертикальній площині – $0 \dots 25^{\circ}$.

Середньоквадратична погрішність визначення пеленга:

в діапазоні МХ, град ≤ 2 ;

в діапазоні ДМХ, град ≤ 3 .

Час пеленгування, с ≤ 1 .

Час безперервної роботи, ч 24.



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

Час розгортання тренованою командою:

З трьох чоловік з похідного положення,

В робоче на підготовленій площадці, хв. ≤ 30

Час згортання, хв. ≤ 40

Час настройки АРП і розгін помилок від КІГ, хв. ≤ 90

Загальний технічний ресурс на протязі 10 років, ч. ≥ 30000.

Електропостачання апаратної здійснюється:

трьохфазною напругою 380/220 В 50 Гц від зовнішньої мережі;

трьохфазною напругою 220 В 50 Гц від бензоелектричних

агрегатів АБ-2-Т-230-МІ.

Аварійне живлення апаратної постійною напругою 24 В можливе на протязі 30 хв. від акумуляторних батарей.

Споживаєма потужність:

Апаратна, кВт ≤ 1,5

ВА, Вт ≤ 200



1. Призначення, склад і загальні ТТХ радіопеленгатора АРП-11.

Умови експлуатації:

температура оточуючого середовища, рад- 50 ...50

відносна вологість повітря

при температурі 35 °С, % 98

атмосферний тиск, мм рт. ст.....460.

В радіопеленгаторі передбачені:

автоматична запис радіообміну с ЛА;

одночасне пеленгування двох ЛА на робочих частотах з індикацією їх пеленгів;

можливість роботи без постійної присутності обслуговуючого персоналу в кузові автомобіля;

транслявання на КДП радіопеленгів, речової інформації, команд управління та сигналів про працездатність по чотирьох - провідній лінії зв'язку протяжністю до 10 км;

передача з КДП на борт ЛА інформації про її пеленг;

при спряженні з РСР-6М2, РСР-10МН та другими типами РСР- можливість здійснювати дистанційне включення АРП-11, робити вибір власного АРП або зовнішнього (АРП-11), отримувати на екрані індикатора ДРЛ пеленг від першого або другого комплекту АРП-11.

2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.



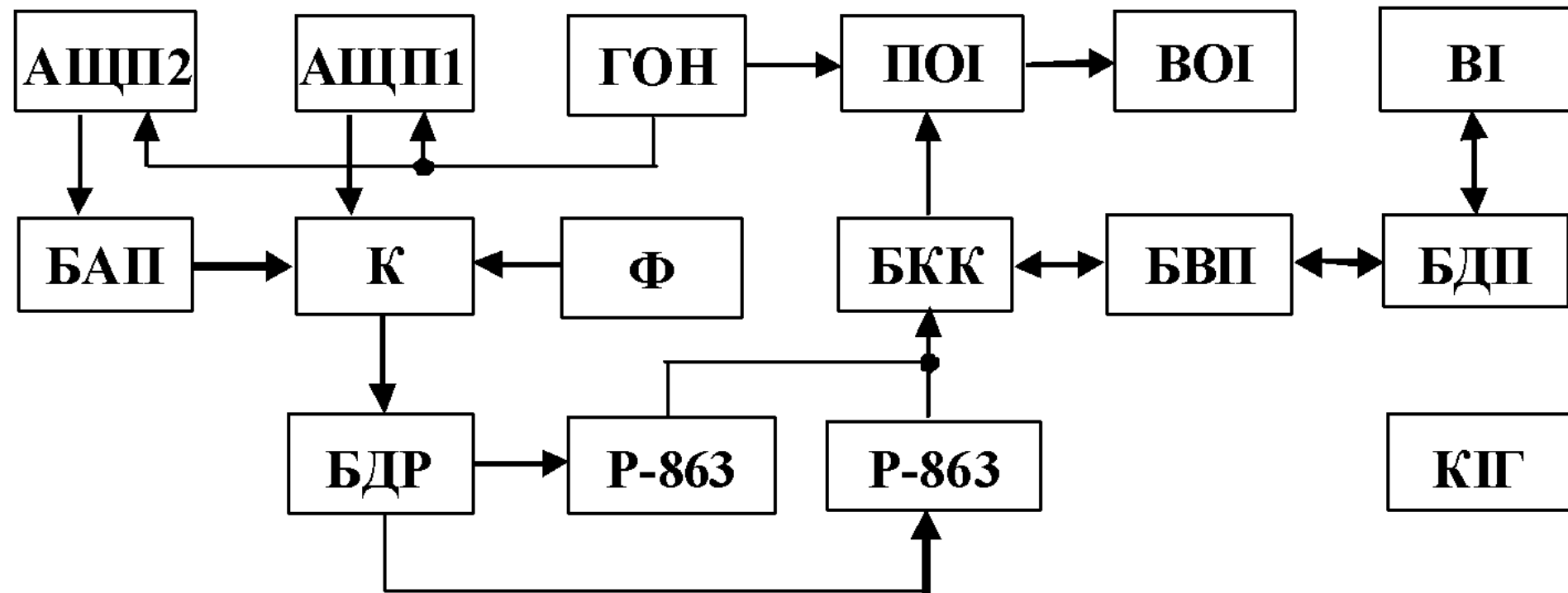
2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Радіопеленгатор АРП-11 (виріб Е-512) – є фазовим радіопеленгатором з електронним скануванням діаграми спрямованості антени вигляду кардіоїди. Оцінка фази обвідної одержуваного на виході антени амплітудно-модульованого коливання відбувається шляхом її порівняння з фазою опорного сигналу. Різниця фаз сигналів пропорційна шуканому пеленгу.



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Структурна схема радіопеленгатора АРП-11





2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

За допомогою антенно-щоглових пристроїв АЩП1 і АЩП2 відбувається прийом сигналів від пеленгової радіостанції. Генератором опорної напруги (ГОН) здійснюється модуляція прийнятих сигналів. Амплітудно-модульовані сигнали, що несуть інформацію про пеленг літакової радіостанції, надходять на комутатор (К) із пристрою АЩП1 безпосередньо, а з АЩП2 – через блок антенного підсилювача (БАП). Комутатор, який керується формувачем (Ф), по черзі підключає до блока двоканальної роботи (БДР) антенно-щоглові пристрої АЩП1, АЩП2. До БДР можуть підключатися одна або дві радіостанції Р-863, забезпечуючи при відповідному режимі роботи пеленгування радіостанцій Р-863, розміщених на двох літаках.

Сигнали з виходу радіостанцій проходять блок керування і контролю (БКК) і піддаються аналоговій первинній обробці інформації (ПОІ). На ПОІ подаються також сигнали ГОН для виділення інформаційного сигналу. Після первинної здійснюється вторинна обробка інформації (ВОІ) у цифровому вигляді й індикація пеленгів радіостанцій. У радіопеленгаторі передбачені дистанційне керування і передача інформації на виносні індикатори (ВІ) за допомогою блоків виконавчого і диспетчерського пристроїв (БВП і БДП) апаратури ТУ-ТС. Для перевірки працездатності радіопеленгатора по високій частоті існує контрольно-іспитовий генератор (КІГ).



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

АРП-11 відноситься до фазових радіопеленгаторів з електронним скануванням діаграми спрямованості антени (ДСА) типу кардіоїди.

Електронне сканування ДСА такого типу може бути реалізоване шляхом відповідної обробки сигналів, що надходять з антенної системи, в самому пеленгаторі.

Розглянемо сутність обробки сигналів у фазовому пеленгаторі з електронним скануванням ДСА.

При обертанні ДС приймальної антени у вигляді ідеальної кардіоїди з частотою Ω , як було показано раніше, на вхід приймача буде надходити АМ-коливання вигляду

$$u_{\Omega}(t) = U_{ma} [1 + \cos(\Omega t - \Theta_0)] \sin \omega t$$

де Θ_0 – пеленг радіостанції.



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Скориставшись відомою тригонометричною формулою можна отримати вираз:

$$u_{\Omega}(t) = U_{ma} \sin \omega t + U_{ma} \cos \Theta_0 \cdot \cos \Omega t \cdot \sin \omega t + U_{ma} \sin \Theta_0 \cdot \sin \Omega t \cdot \sin \omega t$$

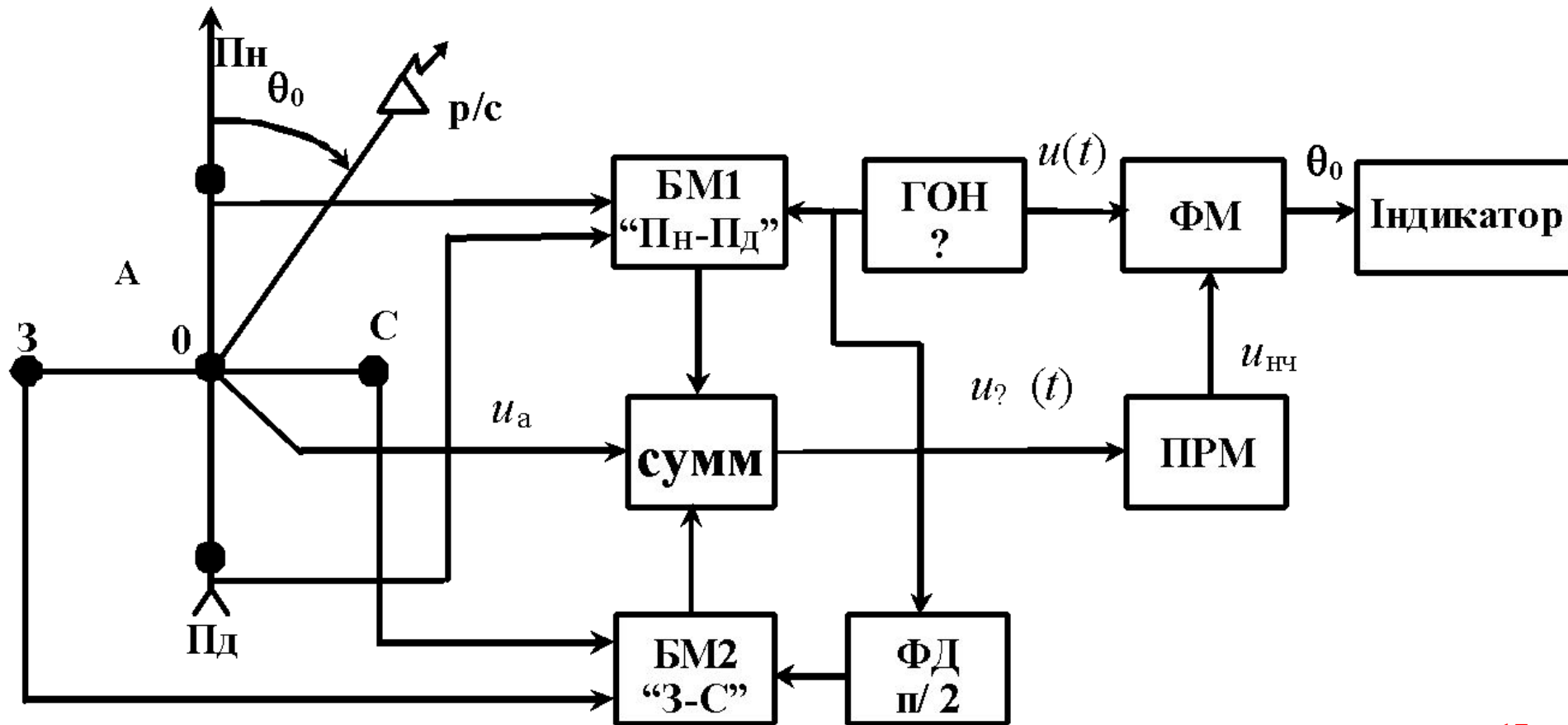
Як впливає з останнього виразу, бажаний ефект може бути досягнутий шляхом синфазного додавання трьох напруг:

$$\left. \begin{aligned} u_1(t) &= U_{ma} \sin \omega t; \\ u_2(t) &= U_{ma} \cos \Theta_0 \cdot \cos \Omega t \cdot \sin \omega t; \\ u_3(t) &= U_{ma} \sin \Theta_0 \cdot \sin \Omega t \cdot \sin \omega t. \end{aligned} \right\}$$

Першу напругу можна розглядати як сигнал з ненаправленої антени, другу – як сигнал з виходу спрямованої антени у вигляді двох рознесених вібраторів, орієнтованих по лінії "північ – південь" з ДСА вигляду $F(\Theta) = \cos \Theta$ (кут Θ відраховується від північного напрямку за годинниковою стрілкою) після балансної модуляції його низькочастотним сигналом з частотою Ω . Третю напругу можна розглядати як сигнал з виходу аналогічної спрямованої антени, орієнтованої по лінії "захід – схід", після балансної модуляції цим же низькочастотним сигналом, але із запізненням по фазі на $\pi/2$.

2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Таким чином, найпростішу структурну схему фазового радіопеленгатора з електронним скануванням ДСА типу кардіоїди можна подати у вигляді схеми





2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Сигнал із неспрямованої антени у вигляді напруги $u_1(t)$ і сигнали з виходів балансових модуляторів БМ1 і БМ2 після їх фазування надходять до ланцюга додавання, з виходу якого АМ-коливання $u_{\Omega}(t)$ надходять на вхід приймача. Як видно, при обертанні ДСА сигнал, що надходить від антени радіопеленгатора, стає амплітудно-модульованим. Причиною появи амплітудної модуляції послужило обертання ДСА. Обвідна цього АМ - коливання містить у значенні поточної фази інформацію про азимут (пеленг) радіостанції. Для виділення цієї інформації необхідна наявність опорного коливання з частотою обертання ДСА Ω , що має поточну фазу, яка зв'язана з положенням максимуму ДСА:

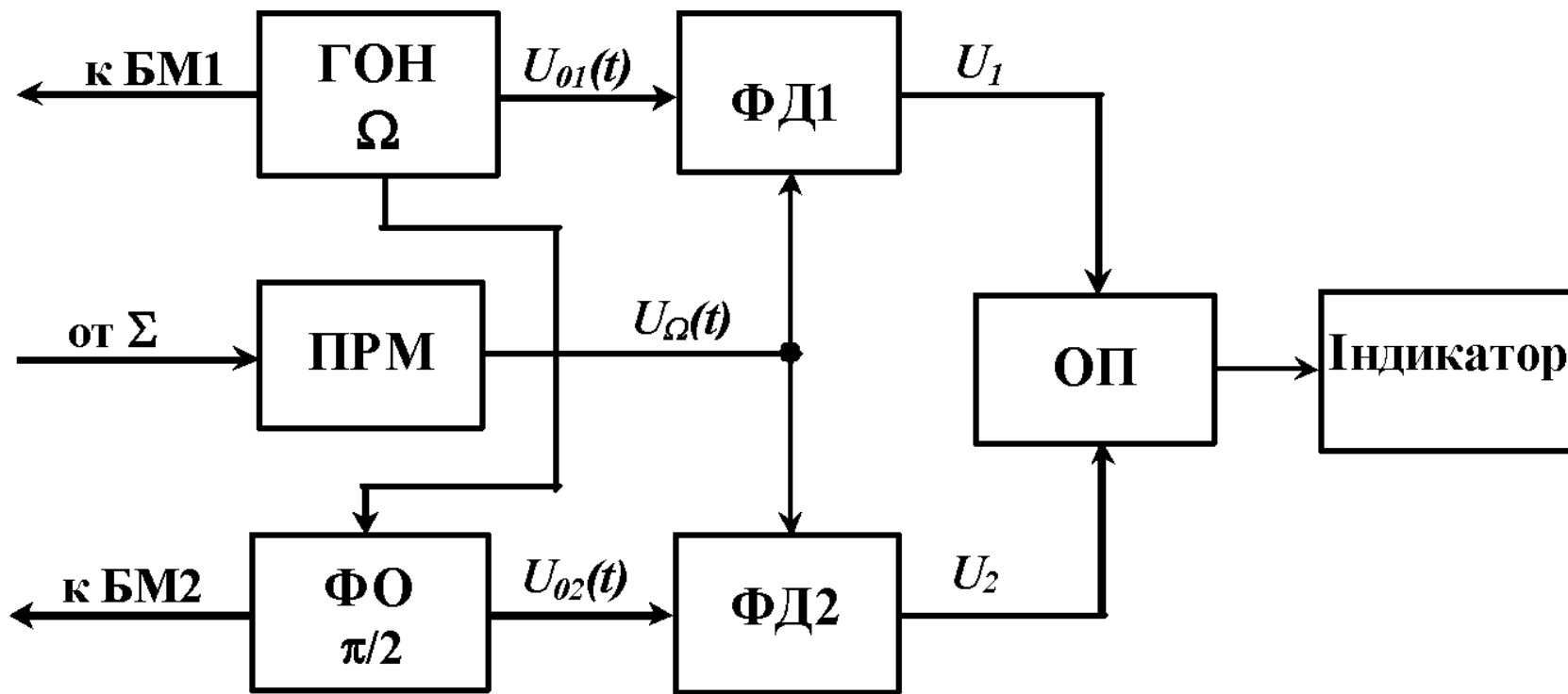
При наявності опорного коливання інформація про азимут радіостанції, яка пеленгується, може бути виділена за допомогою фазометра, що вимірює різницю фаз між обвідною АМ-сигналу і опорним коливанням.



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

У фазових радіопеленгаторах з механічним і електронним скануванням ДСА може бути застосована як одноканальна, так і двоканальна обробка низькочастотної напруги з виходу ПРМ. Сутність одноканальної обробки була вже описана раніше. Одноканальна обробка застосовується у разі використання фазометрів, що стежать, і стрілочної індикації пеленга радіостанції. При використанні цифрової індикації та індикації на електронно-променевої трубки більш широке застосування отримали двоканальні схеми обробки. Сутність двоканальної обробки сигналу в радіопеленгаторі можна пояснити за допомогою структурної схеми

2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.



Двоканальна обробка сигналів у фазовому радіопеленгаторі



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Сигнал з виходу ПРМ, що являє собою низькочастотну обвідну АМ-коливання та містить у своїй фазі інформацію про пеленг радіостанції Θ_0 надходить на два фазових детектори ФД1 і ФД2. На інші входи фазових детекторів подаються опорні напруги. Причому на детектор ФД1 опорна напруга подається безпосередньо з ГОН, а на ФД2 зі зсувом за фазою на $\pi/2$.

На виходах фазових детекторів виходять постійні напруги, пропорційні косинусу різниці фаз вхідних напруг.

Напруга на виході ФД1 буде $u_1 = K_1 \cdot U_{m\Omega} \cdot \cos\Theta_0$

а на виході ФД2 $u_2 = K_2 \cdot U_{m\Omega} \cdot \sin\Theta_0$

де K_1, K_2 – коефіцієнти передачі фазових детекторів ФД1 і ФД2 відповідно. Як випливає з останніх виразів, пеленг радіостанції може бути визначений в обчислювальному пристрої (ОП) за алгоритмом $\Theta_0 = \text{arctg}(u_2/u_1)$, при $K_1 = K_2$



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Перевірка працездатності радіопеленгатора в режимі встановленого контролю здійснюється за допомогою вбудованого калібратора. Вихідні напруги ФД кожного з сигналів надходять у формувач сигналів для РЛС блоку керування та контролю в яких вони підсилюються до 30-35 В.

Підсиленні напруги разом з сигналами пеленга подаються в блоки цифрової індикації пеленга а також в лінію зв'язку довжиною до 10 км для трансляції на виносні індикатори радіопеленгатора та індикатори спряжених з радіопеленгатором РЛС.

Крім сигналів які несуть інформацію про пеленг ЛА, по лінії зв'язку передаються команди керування з КПД у апаратну, сигнали о працездатності радіопеленгатора з апаратної на КДП та мовна інформація. Для дистанційного керування радіопеленгатором використовують апаратуру телеуправління- телесигналізації (ТУ-ТС), яка складається з блоків диспетчерського та виконуючого пункту, які розташовуються на КПД та в апаратній відповідно.



2. Структурна схема і принцип дії радіопеленгатора АРП-11.

Зв'язок між апаратною та КДП, а також між екіпажем ЛА та апаратною або КДП здійснюється за допомогою двох посилювачів звука з мікрофонами на КДП та гарнітури – в апаратній.

При цьому в апаратній здійснюється автоматичний запис речового обміну на два магнітофона МС-61 на кожний комплект а на КДП з виходу підсилювачів звуку на один магнітофон МН-61.

Для перевірки точності та загальної працездатності в склад радіопеленгатора входить КВГ з антеною який виробляє та випромінює високочастотні коливання з широким спектром в діапазоні робочих частот станції. Спектральні складові КВГ відносять один від одного на 5 МГц.

Живлення радіопеленгатора АРП-11 здійснює або від внутрішньої трьохфазної мережі 380/220 В 50Гц, або від бензоелектричних агрегатів АБ-2-Т/230-М1, або від акумуляторів (в аварійному режимі).