

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ

Циклова комісія аеронавігації

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «НАВІГАЦІЯ «РАДІОНАВІГАЦІЯ »
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

за темою №1.3 — «Вертольотоводіння з використанням наземних
радіопеленгаторів»

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від _____ № _____

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від _____ № _____

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____ № _____

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного транспорту
протокол від _____ № _____

Розробник: викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої
категорії, викладач – Журід В.І.

Рецензенти:

1. Професор циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції.

1. Задачі вертольотоводіння з використанням наземних радіопеленгаторів. «Прямий» та «Зворотній» шляхи, їх застосування.
2. Курсовий політ на радіопеленгатор.
3. Контроль та виправлення шляху по напрямку при польоті на та від радіопеленгатора.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Чорний М.А. Повітряна навігація. М., Транспорт, 1991, 432 с.
2. Марков В.І. Аеронавігаційне забезпечення польотів на міжнародних повітряних лініях. Кіровоград, 2004, 320 с.
3. Кисельов В.Ф. Довідник пілота та штурмана ЦА. М., Транспорт, 1988, 319 с.
4. Луцький Ю.С. Конспект лекцій з повітряної навігації. Кременчук, 1994, 142 с.
5. Луцький Ю.С. Повітряна навігація. Кременчук, 2001, 128 с.

Допоміжна література:

1. Лопатніков Ю.І. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-26, Кременчук, 1990, 100 с.
2. Старков Н.В. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-8МТВ. Кременчук, 1996, 158 с.
3. Миронович М.В. Льотна експлуатація навігаційного обладнання вертольота Ка-32. Кременчук, 2002, 85 с.
4. Положення про використання польотного простору України.
5. Правила польотів ПС в повітряному просторі України.
6. Наказ Міністерства транспорту України № 283 від 16.04.2003 р.
7. Наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації № 295 від 28.04.2005 р.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. uksatse.ua
2. youcontrol.com.ua

Вертольотоводіння з використанням наземних радіопеленгаторів

Радіопеленгом – називається величина кута між деяким початковим напрямком підрахунку та ортодромічним (найкоротшим) напрямком літак – РНТ, або РНТ – літак. (рис.1.)

В залежності від точки вимірювання радіопеленгу розрізняють:

- пеленг радіостанції (ПР), коли визначається напрямок з літака на РНТ;
- пеленг літака (ПЛ), коли визначається напрямок від РНТ на літак;

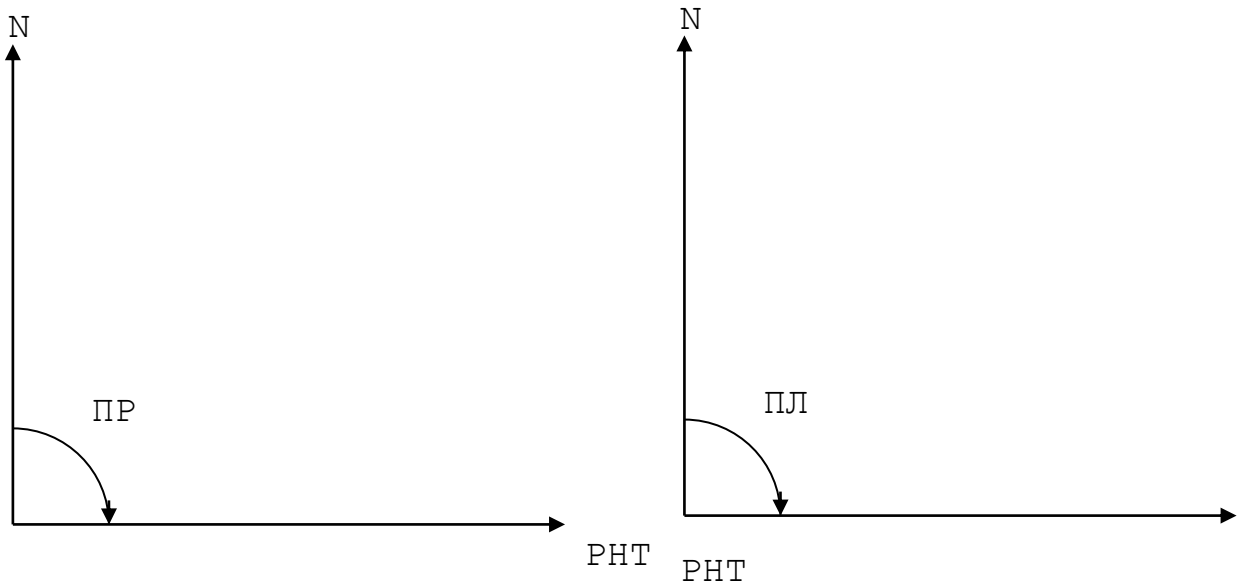


рис.1.

В якості початкових напрямків підрахунку значень радіопеленгів приймають початкові напрямки, які використовуються для підрахунку курсу літака, тобто північний напрямок меридіанів, які проходять через точку вимірювання радіопеленга.

В залежності від вибраного початкового напрямку підрахунку радіопеленгу розрізняють такі види радіопеленгів:

- ПР, ПЛ;
- МПР, МПЛ;
- УПР, УПЛ;

РАДІОПЕЛЕНГАТОРИ КРНС.

Система працює наступним чином:

Льотчик на встановленій частоті (канал пеленгації № 4) умовною фразою „РОГАЧ – ПЕЛЕНГ 41 ПРИБОЙ” встановлює зв’язок з оператором АРП.

В процесі прийому – передачі з борта літака антеною АРП вимірюється кут між північним напрямком меридіану місця установки АРП та напрямку приходу радіохвиль від літака. У оператора АРП на індикаторі при цьому висвітлюється світовий луч, по положенню якого на круговій шкалі оператор відраховує значення параметра

$$„ПРИБОЙ” = ПЛ \pm 180^\circ$$

Значення „ ПРИБОЮ ” оператор передає льотчику.

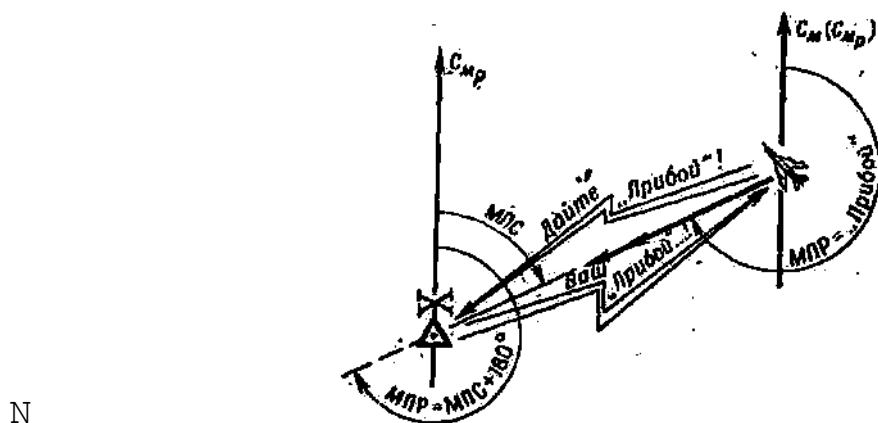


Рис. 2. Визначення МР за допомогою АРК

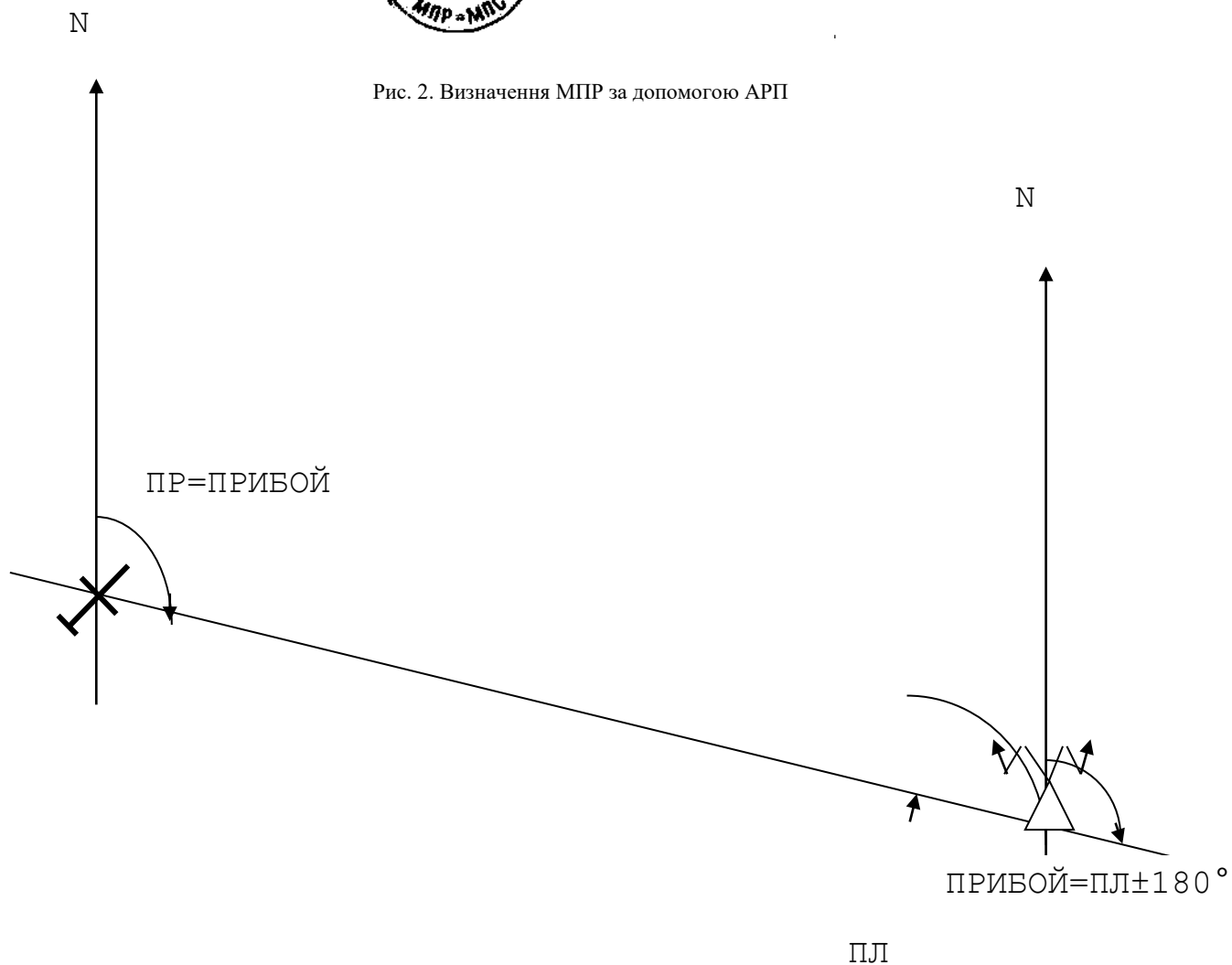


Рис. 3.

РАДИОКОМПАСНІ КРНС.

АРК (автоматичний радіокомпас) представляє собою радіо прийомний пристрій, який приймає радіовипромінювання від наземної радіостанції та за допомогою спеціальної системи вимірює між подовжній

вісі літака (ПВЛ) та ортодромічним напрямком на радіостанцію. Цей кут має назву **курсowego кута радіостанції (ККР)**.

ККР відраховується від подовжній вісі літака (ПВЛ) по годинній стрілці в межах від 0 до 360°, та відображується на покажчик розташований в кабіні літака.

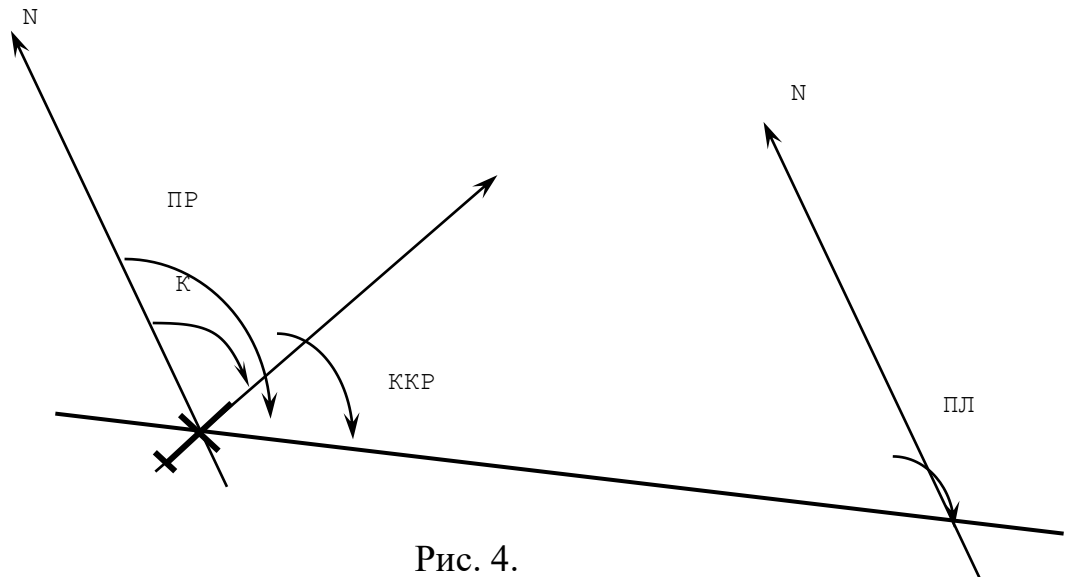


Рис. 4.

По поточним значенням ККР та курсу літака (К), як видно з рисунка 4 можна визначити значення пеленгу радіостанції :

$$PP = K + KKP;$$

Пеленг літака:

$$ПЛ = PP \pm 180^\circ;$$

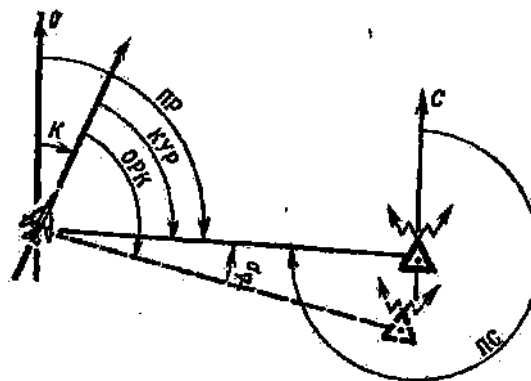


Рис. 5. Визначення радіонавігаційних елементів за допомогою АРК

У загальному випадку курсовий кут радіостанції за допомогою радіокомпаса виміряється з деякою помилкою, називаною радіодевіацією. Вона виникає через вплив на рамкову антену вторинного електромагнітного поля літака і виміряється кутом між дійсним напрямком на радіостанцію і напрямком, показуваним стрілкою АРК. Радіодевіація визначається по формулі

$$\Delta p = KUP - BPK,$$

де ВРК - відлік радіокомпаса.

У залежності від типу літака і місця установки рамкової антени величина радіодевіації може досягати $15 \div 20^\circ$. Значення радіодевіації визначаються досвідченим шляхом і компенсуються механічним компенсатором.

Значення радіодевіації зводяться до графіка, який знаходиться в кабіні літака.

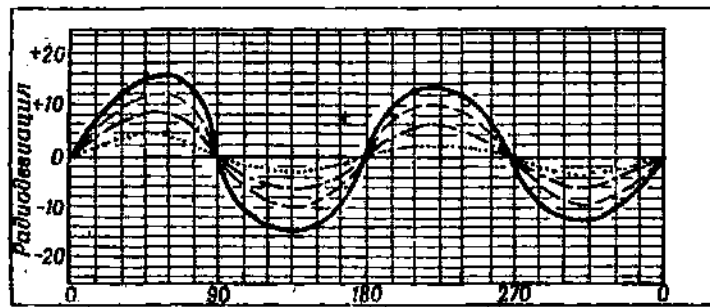


Рис. 6. Графік циклів компенсації радіодевіації

Способи визначення місця літака за допомогою АРК. Точність.

Місце літака за допомогою кутомірної радіотехнічної системи визначається по заздалегідь підготовленій карті. Попередня підготовка карти полягає в тому, що в районі, передбаченому штурманським планом, будується сітка ліній положення для двох однотипних або різнотипних радіонавігаційних станцій. Для одномісних літаків найбільш прийнятним є спосіб визначення місця літака по радіостанції і радіопеленгаторові. З цією метою:

- вибираються приводна радіостанція і радіопеленгатор так, щоб їхні пеленги в обраному районі перетиналися під кутом, близьким до 90° ;
- для обох радіонавігаційних станцій будується сітка ліній положення з інтервалом $5 \div 10^\circ$ (рис. 7);
- лінії пеленгів радіопеленгатора оцифровуються в значеннях МПР («Прибій»), а радіостанції - у значеннях МПР або УПР, розрахованих по формулі

$$\text{МПР} = \text{ІПР} - (\pm \Delta M),$$

або

$$\text{УПР} = \text{ІПР} + (\pm \Delta A).$$

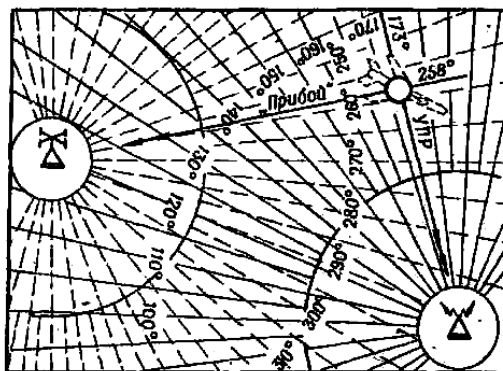


Рис. 7. Визначення місця літака по бортовій аеронавігаційній карті

У польоті при підході стрілки АРК до одного з попередньообчислених значень пеленга радіостанції льотчик запитує «Прибій» у радіопеленгатора. На карті відшукується, крапка перетинання ліній положення, що відповідають обмірюваним пеленгам. При необхідності виконується окомірною інтерполяція між нанесеними лініями положення (рис. 6).

Визначення місця літака

Місце літака в польоті визначається з метою контролю шляху, визначення навігаційних елементів і відновлення втраченого орієнтування. За допомогою радіокомпасу місце літака може бути визначене по одній і двох радіостанціях.

Визначення місця літака по одній радіостанції двукратним пеленгуванням і прокладкою пеленгів на карті. Для застосування даного способу необхідно використовувати бічні радіостанції, розташовані від ЛЗШ до 150 км, а РВС — до 300 км.

Місце літака визначається в наступному порядку:

1. Настроїти радіокомпас на обрану радіостанцію, прослухати позивні і переконаватися в її роботі.
2. Відрахувати ККР₁ курс і час. Записати дані пеленгації в

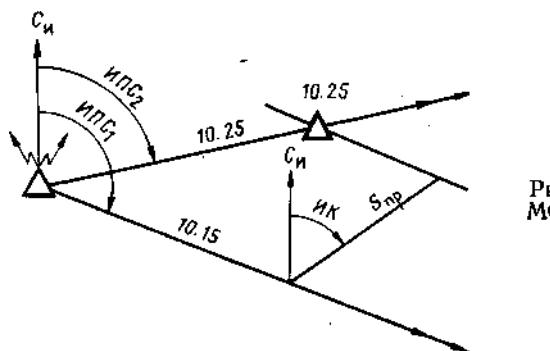


Рис. 8 Визначення місця літака по одній радіостанції двократним пеленгуванням і прокладкою пеленгів на карті.

штурманський бортжурнал. При використанні покажчика штурмана відрахувати ІП₁ і час.

3. Виконувати політ з колишнім курсом. Як тільки ККР зміниться на 25-30°, відрахувати ККР₂ і час. Записати дані в штурманський бортжурнал. При використанні покажчика штурмана відрахувати ІП₂ і час.

4. Розрахувати перші й другий істинні пеленги літака й прокласти їх на карті від радіостанції, що пеленгується (рис. 8).

По показчику пілота

$$\text{ПЛ} = \text{КК} + (\pm \Delta_{\text{к}}) + (\pm \Delta_{\text{м}}) + \text{КУР} \pm 180^\circ + (\pm \sigma);$$

по показчику штурмана

$$\text{ПЛ} = \text{ПЛ}_{\text{отсч}} + (\pm \sigma).$$

5. З будь-якої крапки першого пеленга відкласти лінію істинного курсу й відстань, пройдену літаком за час між першим і другим пеленгуванням:

$$S_{\text{пр}} = Wt \text{ або } S_{\text{пр}} = Vt.$$

6. Через кінцеву крапку $S_{\text{пр}}$ провести лінію, паралельну лінії першого пеленга. Крапка перетинання її з лінією другого пеленга буде місцем літака в момент другого пеленгування.

Визначення місця літака по двох радіостанціях. Місце літака цим способом визначається як крапка перетинання двох ліній радіопеленгів, прокладених на карті.

Для визначення МЛ необхідно вибрати дві радіостанції з таким розрахунком, щоб одна з них була на ЛЗП або біля її (спереду або за), а друга збоку (праворуч або ліворуч). При цьому пеленги від цих радіостанцій у районі визначення МЛ повинні перетинатися під кутом близько 90° або в межах $30\text{—}150^\circ$.

При використанні одного радіокомпаса порядок визначення МЛ наступний:

1. Настроїти радіокомпас на радіостанцію, розташовану спереду або за літаком, відрахувати ККР_1 (ПЛ_1), курс і час. Дані пеленгації записати в штурманський бортовий журнал.

2. Швидко переналаштувати радіокомпас на бічну радіостанцію, відрахувати ККР_2 (ПЛ_2), курс і час. Дані пеленгації записати в штурманський бортжурнал.

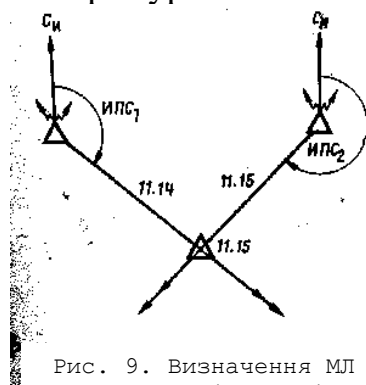


Рис. 9. Визначення МЛ по двом радіостанціям

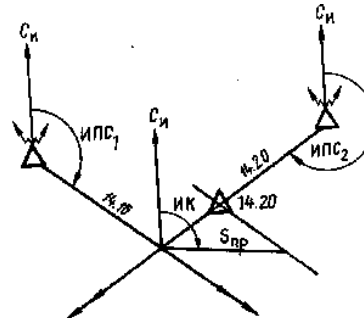


Рис. 10. Перенос лінії першого пеленга

3. Розрахувати істинні пеленги й прокласти їх на карті:

$$\text{ПЛ}_1 = \text{КК} + (\pm \Delta_{\text{к}}) + (\pm \Delta_{\text{м}}) + \text{ККР}_1 \pm 180^\circ + (\pm \sigma_1).$$

$$\text{ПЛ}_2 = \text{КК} + (\pm \Delta_{\text{к}}) + (\pm \Delta_{\text{м}}) + \text{ККР}_2 \pm 180^\circ + (\pm \sigma_2).$$

4. Крапка перетинання пеленгів буде місцем літака в момент пеленгування бічної радіостанції, якщо час між пеленгуваннями не перевищує 2 хв (рис. 9).

У тих випадках, коли час між першим і другим пеленгуванням 2 хв і більше, те необхідно внести виправлення на відстань, пройдена літаком за цей час.

У цьому випадку необхідно:

а) із точки перетинання пеленгів відкласти лінію істинного курсу й відстань на ній, пройдене літаком за час між першим і другим пеленгуванням (рис.10): $S_{пр} = Wt$ або $S_{пр} = Vt$;

б) через отриману точку провести лінію, паралельну лінії першого пеленга. Точка перетинання цієї лінії з лінією другого пеленга буде місцем літака в момент другого пеленгування.

При використанні двох радіокомпасів: після налаштування їх на радіостанції необхідно відрахувати по першому радіокомпасу ККР₁ (ІПЛ₁), а по другому — ККР₂ (ІПЛ₂), курс і час пеленгування, після чого розрахувати пеленги й прокласти їх на карті.

Приклад. КК=345°; $\Delta_k = +2^\circ$; $\Delta_m = +5^\circ$; в 9 год 07 хв ККР₁=136° (РНТ Дніпропетровськ); в 9 год 08 хв ККР₂=230° (РНТ Кіровоград); $\lambda_c = 33^\circ$; $\lambda_{p1}=35^\circ$; $\lambda_{p2}=32^\circ$; $\varphi_{ср}=52^\circ$. Визначити місце літака на карті.

Рішення. 1. Визначаємо ІК і виправлення на сходження меридіанів:

$$IK = KK + (\pm \Delta_k) + (\pm \Delta_m) = 345^\circ + (+2^\circ) + (+5^\circ) = 352^\circ;$$

$$\sigma_1 = (\lambda_{p1} - \lambda_c) \cdot \sin \varphi_{ср}; \sigma_1 = (35^\circ - 33^\circ) = 0,8 = +2^\circ;$$

$$\sigma_2 = 0^\circ, \text{ тому що різниця довгот менш } 2^\circ.$$

2. Розраховуємо ІПЛ₁ і ІПЛ₂:

$$ІПЛ_1 = ІК + ККР_1 \pm 180^\circ + (\pm \sigma_1) = 352^\circ + 136^\circ + 180^\circ + (+2^\circ) = 310^\circ;$$

$$ІПЛ_2 = ІК + ККР_2 \pm 180^\circ + (\pm \sigma_2) = 352^\circ + 230^\circ - 180^\circ = 42^\circ.$$

3. Знаходимо місце літака на карті: 28 км західніше Кременчука. Точність визначення місця літака за допомогою радіокомпаса становить 6-9% середньої відстані до радіостанцій.

Визначення місця літака по пеленгу від радіостанції й лінійному орієнтиру. Даний спосіб застосовується при видимості земної поверхні й наявності на ній опізаного характерного лінійного орієнтира (великої ріки, берегової риси й т.д.(рис.11).

Порядок визначення місця літака наступний:

1. Опізнати лінійний орієнтир.

2. Налаштувати радіокомпас на радіостанцію, пеленг від якої перетинав би лінійний орієнтир під кутом близько 90°.

3. При виході літака на лінійний орієнтир відрахувати ККР, курс і час.

4. Розрахувати ІПЛ і прокласти його на карті від радіостанції. Точка перетинання прокладеного ІПЛ із лінійним орієнтиром дасть місце літака до моменту пеленгування радіостанції.

Через недостатню точність визначення місця літака, слабкій перешкодозахищеності й обмеженій дальності дії, особливо на малих висотах, кутомірні радіотехнічні системи малоперспективні для використання на швидкісних літаках.