

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси конкретних типів
повітряних суден»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

**за темою № 6 - Основні характеристики та принцип дії курсової системи
ГИК-1 вертольоту Мі-2**

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.23 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.23 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.23 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стущанський Ю.В.

Рецензенти:

1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.
2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

План лекції:

1. Призначення, склад обладнання гіроіндукційного компасу ГИК-1 та розміщення на вертольоті Мі-2.
2. Основні технічні дані ГИК-1.
3. Принцип дії гіроіндукційного компасу ГИК-1.
4. Включення та перевірка ГИК-1.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті**Основна література:**

1. В.П.Харченко. Авіоніка. Навчальний посібник. К.:НАУ. 2013.- 272с.
2. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.
3. А.В.Скрипець.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.
4. Харченко В.П. Системи зв'язку та навігації : навч.посіб. / В.П. Харченко, Ю.М. Барабанов, М.А. Міхалочкін. – К. : НАУ, 2009. – 216 с.
5. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.

Допоміжна література:

1. В.П. Бабак. Безпека авіації / В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін. –К. : Техніка, 2004. – 584 с.
2. Харченко В.П. Радіомаячні системи ближньої аеронавігації: навч. посіб. / В.П. Харченко, В.Г. Мелкумян, О.П. Сушич. – К.: НАУ, 2011. – 208 с.
3. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова]; за ред. В.П. Харченка. – К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012.– 464с.
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 4, 5, 13, 14).

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Системи індикації ПС. <https://studfiles.net/preview/6810198/page:28/>
2. Бортова система попередження зіткнень
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TM058196.htm
3. HELLI — TAWS http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0

1. Призначення, склад обладнання гіроіндукційного компасу ГИК-1 та розміщення на вертольоті Мі-2.

Електричний дистанційний гіроіндукційний компас ГИК-1 служить для визначення: гіромагнітного курсу вертольота, кута розвороту і, в комплекті з АРК-9 - магнітного радіопеленгу, курсових кутів радіостанції, необхідних для виконання польоту та посадки вертольота, польоту та від радіостанції. Встановлюється гіроіндукційний компас ГИК-1 на вертольоті Мі-2

У комплект ГИК-1 входять:

- індукційний датчик ИД – в хвостовій бальці
- гіроагрегат Г-3М – в радіовідсіку
- корекційний механізм КМ – в радіовідсіку
- підсилювач У-6М – в радіовідсіку
- показчик УГР-1К – приладова дошка пілотів
- сполучна коробка СК-11- в радіовідсіку
- кнопка узгодження 5К – приладова дошка пілотів

1. Магнітоіндукційний датчик ИД (рис.1) (хвостова балка). Призначений для отримання змінної ЕРС пропорційної МК вертольота і необхідної для корекції гіроскопічного курсу знімається з гіроагрегату Г-3М (азимутальна система трьох магнітоіндукційних зондів, в сигнальних обмотках яких індуктується ЕДС, що залежить від кута між продольною віссю вертольота та напрямом горизонтальної складової магнітного поля Землі.



Рисунок 1 – Індукційний датчик

2. Гіроагрегат Г-3М (радіовідсік) (рис.2) є гіроскопічним датчиком курсів і призначений для опосередкування сигналу МК, що знімається з ИД. Чутливим елементом Г-3М є гіроскоп із трьома ступенями свободи, головна вісь якого розташована горизонтально. Горизонтальне становище головної осі гіроскопа підтримується електричною магнітною корекцією. На осі карданної рами гіроскопа закріплений курсовий потенціометр, з якого через три щітки знімається сигнал курсу.



Рисунок 2 – Гіроагрегат Г-3М

3. Корекційний механізм КМ (рис.3) (радіовідсік) електрично пов'язує ІД та Г-3М спільно та ІД представляє магнітний коректор, також призначений для усунення четвертої девіації та інструментальних похибок компасу.



Рисунок 3 – Корекційний механізм КМ

4. Підсилювач У-6М (рис.4) (радіовідсік) має три автономні канали і призначений для перетворення та посилення сигналів у трьох стежах системах компаса ІД-КМ, КМ-Г-3М, Г-3М-УГР-1.



Рисунок 5 – Підсилювач У-6М

5. З'єднувальна коробка (рис.6) призначена для електричного з'єднання всіх блоків комплексу ГІК-1.



Рисунок 6 – З'єднувальна коробка

6. Показчик УГР-1 (рис.7) призначений для відліку курсу, кутів розвороту, магнітних радіопеленгів та інших навігаційних елементів. УГР-1 сільсинової передачі пов'язаний з рамковою антеною радіокомпаса АРК-9. показчик УГР-1 має дві шкали, стрілку радіокомпаса та курсозадатник (КЗД). Зовнішня шкала УГР-1 нерухома, на ній є трикутний індекс лінії курсу (поздовжня вісь вертольота). Градування та оцифрування зовнішньої шкали неповна, ціна малого поділу 100.



Рисунок 7 – Показчик УГР-1

Внутрішня шкала – рухлива, вона кругова, рівномірна, оцифрована через кожні 300, ціна малого розподілу 20. Тонка стрілка радіокомпаса перебуває в осі сельсина – приймача на АРК-9 і за роботи радіокомпаса своїм гострим кінцем показує напрямок радіостанцію.

Широка стрілка КЗД використовується для зручності користувачем УГР-1 за допомогою кремальєри КЗД можна встановити на необхідне значення курсу або радіопеленгу.

Магнітний курс МК відраховується за внутрішньою рухомою шкалою проти нерухомого трикутного індексу зовнішньої нерухомої шкалою.

Напрямок на радіостанцію відраховується на зовнішній нерухомій шкалі проти гострого кінця стрілки АРК (по ходу годинникової стрілки).

Магнітний пеленг радіостанції МПР відраховується проти гострого кінця стрілки АРК на внутрішній рухомій шкалі.

Магнітний пеленг вертольота МПВ відрізняється від МПР на 180 градусів і відраховується за «тупим» кінцем стрілки АРК за внутрішньою рухомою шкалою.

2.Основні технічні дані ГИК-1.

Технічні дані ГИК-1

Готовність компаса до роботи після включення живлення:

- при температурі повітря від +20 до +50 ° С, хв., не більше 1;
- при температурі повітря мінус 60°С, хв., не більше 3.

Похибка показань щодо магнітного курсу

при температурі від +50 до мінус 60°С, не більше.....± 2 °.

Похибка показань щодо магнітного радіопеленга, не більше ±3,5.

Швидкість синхронізації:

- мала, ° /за хв 1,5 - 4,5.
- велика, ° / за хв 8,5 - 15.

Живлення гірокомпасу:

- Постійним струмом, В 27 ± 10%.
- Трифазним струмом 36 В (400 ± 8) Гц.

Потужність, яку споживає компас від джерела змінного струму, ВА, не більше.....60.

Потужність, яку споживає компас від джерела:

- Постійного струму, Вт, не більше 30.
- Вага компасу, кг, не більше 11,5.

На кожусі між лівим і правим переднім верхнім склом кабіни льотчика знаходиться поправочний графік компаса ГИК-1.

Живлення ГИК-1 здійснюється від акумуляторної шини постійним струмом напругою 27В та від перетворювача ПТ-125Ц (ПТ-70Ц) змінним струмом напругою 36 В та частотою 400 Гц.

Резервним джерелом є генератор змінного струму Г016ПЧ8, до якого ГИК-1 підключається через трансформатор ТС/3-0,5М.

3. Принцип дії гіроіндукційного компасу ГИК-1

Принцип дії заснований на спільному використанні властивостей двох датчиків курсу:

- гіроскопічного датчика курсу (гіроагрегат Г-3М);
- магнітоіндукційного датчика - ВД.

Основним датчиком курсу є гіроагрегат Г-3М. принцип його роботи заснований на використанні властивостей курсового гіроскопа з трьома ступенями свободи (головна вісь гіроскопа розташована горизонтально).

Гіроагрегат виконує роль гірополукомпасу. Він призначений для опосередкування магнітного курсу. Що надходять з індукційного датчика.

ВД являє собою датчик курсу магнітоіндукційного типу. Він призначений визначення напрямку горизонтальної складової вектора напруженості магнітного поля Землі. Своїм електричним сигналом, пропорційним магнітному курсу, ВД коригує показання курсу, що знімаються з гіроагрегату.

При спільній роботі цих двох датчиків курсу вони доповнюють та виправляють недоліки, притаманні кожному з них. Гіроскопічний датчик Г-3М дозволяє визначити гіроскопічний курс, витримувати його в прямолінійному горизонтальному польоті, виконувати точні розвороти.

Магнітоіндукційний датчик ВД дозволяє отримувати електричний сигнал, пропорційний МК. При спільній роботі цих двох датчиків курсу вони доповнюють та виправляють недоліки, притаманні кожному з них.

Магнітоіндукційний датчик ИД своїм сигналом безперервно коригує показання гіроскопічного датчика МК, у свою чергу Г-3М осереднює нестійкий сигнал МК, що надходить від ИД. З ИД сигнал магнітного курсу послідовно передається на УГР-1 за трьома наступними системами (рис.8) :

I система ИД - КМ

II система КМ – Г-3М

III система Г-3М - УГР-1.

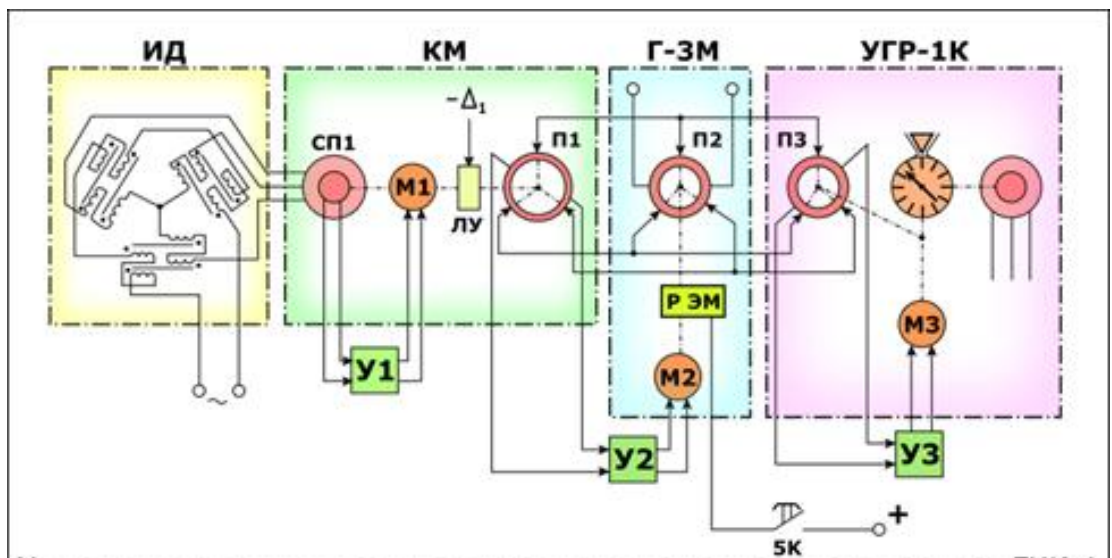


Рисунок 8 – Спрощена принципіальна схема компаса ГИК-1

Кожна з цих систем має датчик і приймач сигналу, канал посилення, електродвигун, що відпрацьовує.

Роботу ГИК-1 розглянемо на основі електричної схеми компаса (рис.8.), Що складається з трьох схем стежать систем: індукційний датчик - корекційний механізм (ІД - КМ), корекційний механізм - гіроагрегат (КМ - Г-ЗМ) та гіро агрегат - показчик (Г-ЗМ-УГР-1К).

У прямолінійному польоті всі три системи, що слідкують, узгоджені. Узгодження систем відбувається в такий спосіб. Електричний сигнал, пропорційний компасному (тобто невинправленому магнітному) курсу вертольота, надходить з індукційного датчика корекційний механізм на статорні обмотки сельсина-приймача СП 1 і наводить ЕДС неузгодження в обмотці його ротора. Сигнал неузгодженості, перетворений і посилений у першому каналі підсилювача У1, поступає на двигун М1, який одночасно відпрацьовує ротор СП1 до усунення неузгодженості в системі та щітки потенціометра П1, які встановлюються в положення відповідне магнітному курсу вертольота.

Друга система, що слідкує, виконує завдання опосередкування сигналів індукційного датчика і магнітної корекції гіроагрегату. Її сигнал неузгодженості перетворений і посилений у другому каскаді підсилювача У2 надходить на двигун М2, який узгодить щітки потенціометра гіроагрегату П2 в положення щіток П1. Компас працює у режимі магнітної корекції.

Третя стежить система служить для видачі сигналу, пропорційного магнітному курсу, на показчик УГР-1К. Розузгодження системи відпрацьовується її виконавчим елементом - двигуном МОЗ, який узгоджує положення щіток потенціометрів П3 і П2 і повертає шкалу показчика на кут, що відповідає магнітному курсу гелікоптера.

При розворотах вертольота зміна сприймається одночасно індукційним датчиком і гіроагрегатом, у якого щітки П2 переміщуються щодо потенціометра, жорстко пов'язаного з гіровузлом. Друга стежить система КМ-Г-ЗМ, що має нормальну швидкість узгодження $1,5-4,5^{\circ} / \text{хв}$, не встигає відслідковувати зміну курсу вертольота, тому в процесі розвороту гіроагрегат не коригується індукційним датчиком і працює як гірополукомпас (ГПК). Третя стежить система Г-ЗМ — УГР-1К, швидкість узгодження якої понад $15^{\circ}/\text{с}$, практично безінерційно відпрацьовує шкалу показчика за розворотом вертольота.

Після закінчення розвороту льотчик натискає кнопку прискореного узгодження, і система КМ—Г-ЗМ, що слідкує, починає працювати зі швидкістю не менше $8,5^{\circ}/\text{с}$, виробляючи швидке узгодження компаса. Після узгодження компас знову переключається на режим магнітної корекції.

4. Включення та перевірка роботи ГИК-1

Для включення гірокомпаса необхідно:

- увімкнути автомат захисту, встановлений на лівому щитку верхнього електропульту та позначений написом "ГИК-1";
- включити автомат захисту, встановлений на пульті АЗСів та позначений написом "ЗМІННИЙ СТРУМ - ПТ-125" ("ЗМІННИЙ СТРУМ - ПТ-70");
- увімкнути автомат захисту, встановлений на пульті АЗСів та позначений написом "ЗМІННИЙ СТРУМ - УПРАВЛ.";
- встановити перемикач, встановлений на середній панелі верхнього електропульту (рис.9), у положення "ПЕРЕТВОРЮВАЧ - 36 В".



Рисунок 9 – Панель змінного струму верхнього електропульту

Перевірка справності ГИК-1

Перед польотом при зовнішньому огляді переконайтеся, що видимих дефектів немає. **Звернути увагу** на положення регулятора чутливості підсилювача У-6М. Він має бути встановлений: для широт, близьких до екватора - у положення 1-2; для середніх широт - 3-4; для високих широт - 4-5.

Для перевірки працездатності необхідно включити живлення компаса ГИК-1 і через 2-3 хв натиснути кнопку узгодження і узгодити комплект компаса. Якщо після узгодження рухлива шкала УГР-1 має коливання, що не затухають, з амплітудою більше 1° , потрібно зменшити чутливість підсилювача до такої, при якій коливання зникнуть.

Потім слід звірити показання показчика УГР-1 зі показаннями компаса КИ-13. Допускаються розбіжності у показаннях $\pm 3^\circ$.

За 5-6 хв до вирулювання на старт включити живлення компаса ГИК-1 і натисканням кнопки узгодити комплект. Після цього показчики КППМ мають показати приблизний курс стоянки вертольоту.

Під час рулювання переконайтеся, що рухлива шкала УГР-1 реагує на зміну кута розвороту вертольоту.

На виконавчому старті після встановлення вертольоту на лінію зльоту, натисканням кнопки узгодити комплект компаса ГИК-1 і переконаватися, що показчик УГР-1 показує курс зльоту ЗПС. Після зльоту магнітний курс та кут розвороту відраховуються за рухливою шкалою УГР-1.

Кнопку швидкого узгодження в горизонтальному польоті часто натискати не слід, так як при великій швидкості узгодження всі коливання чутливого елемента датчика ИД сприйматимуться показчиками, і УГР-1 накопичуватиметься помилка.

При малій швидкості узгодження, що має місце при не натиснутій кнопці, показчик показує середній магнітний курс.

Кнопкою швидкого узгодження необхідно користуватися лише у прямолінійному горизонтальному польоті та після виходу вертольоту з розвороту. Користуватися кнопкою узгодження в момент розвороту та виконання віражу забороняється, оскільки у показання УГР-1 вводиться велика похибка.

Похибка визначення магнітного курсу лежить в межах $\pm 2^\circ$. Помилка після віражу при відключеній горизонтальній та азимутальній корекції не перевищує 1° за кожну хвилину розвороту.

При великих розбіжностях показань магнітного курсу та похибках, після монтажу індукційного датчика ИД, або після встановлення додаткового обладнання проводяться роботи по усуненню девіація.

Девіація – виникнення похибок показань за рахунок впливу елементів конструкції вертольоту.

При усуненні девіації гіроіндукційного компасу ГИК-1 необхідно:

1. Встановити регулювальні гвинти корекційного механізму в їхнє середнє положення (кришка регулювальних гвинтів КМ в польоті повинна бути законтреною).

При випуску компаса із заводу регулювальні гвинти лекального пристрою встановлюються в середнє положення, при якому механізм корекції забезпечує усунення залишкової девіації в межах $\pm 6^\circ$. У процесі попереднього усунення девіації регулювальні гвинти зміщуються у різні положення. Тому, перш ніж приступити до повторного усунення девіації з корекційним механізмом, що раніше піддавалися регулюванню (наприклад, після перестановки на літаку комплекту, заміни його агрегатів, після ремонту і т. д.), необхідно привести регулювальні гвинти корекційного механізму в їхнє середнє положення. Для цього необхідно:

- а) включити живлення компаса ГИК-1;
- б) зняти кришку корекційного механізму;
- в) обертаючи магніт біля індукційного датчика встановити стрілку корекційного механізму на 0° шкали;
- г) натиснути кнопку прискореного узгодження і, обертаючи викруткою регулювальний гвинт, розташований проти кінця стрілки, встановити за шкалою УГР-1 магнітний курс, що дорівнює 0.

д) таким же чином встановити послідовно стрілку корекційного механізму на всі позначки шкали через 15° і обертанням відповідних регулювальних гвинтів домогтися однакових показань за шкалою показчика УГР-1.

2. Визначити та усунути постійну девіацію та настановну помилку компаса.

Постійна девіація та настановна помилка визначаються так само, як і у компасів типу КИ, а усуваються поворотом датчика ИД (датчик ИД після цього законтруюється латунною або мідною контровкою).

3. Усунути напівкругову девіацію у такому порядку, як і в компасів типу КИ.

4. Визначити та усунути четвертну девіацію, для чого:

а) встановити вертольот за допомогою девіаційного пеленгатора на $МК = 0$

б) натиснути кнопку швидкого узгодження і, обертаючи викруткою регулювальний гвинт, розташований проти кінця стрілки корекційного механізму, домогтися, щоб показ курсу за покажчиком УГР-1 дорівнював магнітному курсу (в даному випадку 0). Якщо девіація позитивна, то регулювальний гвинт треба обертати проти ходу стрілки годинника (вигвинчувати), а якщо девіація негативна, - по ходу годинникової стрілки (вкручувати);

в) після усунення четвертої девіації поставити на місце кришку механізму корекції (кришку за контрити)

5. Визначити залишкову девіацію на восьми курсах, записати до протоколу та за її даними скласти графік.