

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

**з навчальної дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси конкретних типів
повітряних суден»**

**обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

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.

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 6							
Тема № 1 Призначення та задачі, які вирішують ПНК	12	4	0	0	0	8	
Тема № 2 Призначення та принципи побудови основних підсистем ПНК	22	6	0	2	0	14	Контрольне опитування
Тема № 3 Основні алгоритми обробки інформації в ПНК	16	4	0	2	0	10	Контрольне опитування
Тема № 4 Обчислювальні системи пілотування	14	4	0	0	0	10	
Тема № 5 Функціонування ПНК на різних етапах польоту	14	4	0	2	0	8	Контрольне опитування
Тема № 6 Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГИК-1 вертольоту Мі-2	18	4	0	2	2	10	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 7 Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГМК-1А та системи автоматичного пілотування вертольоту Мі-8МТВ	28	8	0	4	4	12	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 8 Основні характеристики та принцип дії пілотажно –навігаційного комплексу Єврокоптер Н-225	18	6	0	2	0	10	Контрольне опитування
Тема № 9 Перспективи розвитку ПНК	8	4	0	0	0	4	
Всього за семестр №6:	150	44	0	14	6	86	Екзамен

1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 6							
Тема № 1 Призначення та задачі, які вирішують ПНК	10	2	0	0	0	8	
Тема № 2 Призначення та принципи побудови основних підсистем ПНК	18	2	0	0	0	16	
Тема № 3 Основні алгоритми обробки інформації в ПНК	14	0	0	0	0	14	
Тема № 4 Обчислювальні системи пілотування	18	2	0	0	0	16	
Тема № 5 Функціонування ПНК на різних етапах польоту	14	0	0	0	0	14	
Тема № 6 Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГИК-1 вертольоту Мі-2	22	2	0	2	0	18	Контрольне опитування
Тема № 7 Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГМК-1А та системи автоматичного пілотування вертольоту Мі-8МТВ	24	2	0	0	4	18	Контрольне опитування, захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 8 Основні характеристики та принцип дії пілотажно –навігаційного комплексу Єврокоптер Н-225	18	2	0	0	0	16	
Тема № 9 Перспективи розвитку ПНК	12	0	0	0	0	12	
Всього за семестр №6:	150	12	0	2	4	132	Екзамен

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 6 Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГИК-1 вертольоту Мі-2

Лабораторне заняття: Перевірка на відповідність нормам основних технічних параметрів авіагоризонту АГБ-3К .

Навчальна мета заняття: сформувати практичні навички по перевірці на відповідність нормам основних технічних параметрів авіагоризонту АГБ-3К .

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Вивчити перевірочні установки УПГ-48, МПУ-1, ПА-АГД-1 та правила користування ними.
2. Перевірити авіагоризонт АГБ-3К на відповідність нормам технічних параметрів: зовнішній огляд авіагоризонту АГБ-3К.
3. Провести перевірку авіагоризонту на відповідність нормам основних технічних параметрів.

Література: 1(с.110-135). 5(с.180-189)

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Вивчення перевірочних установок УПГ-48, МПУ-1, ПА-АГД-1 та правила користування ними.

2. Перевірка відповідності зовнішнього вигляду вимогам ГОСТ-65691. Корпус авіагоризонту не повинен мати запилення, бруду, механічних пошкоджень, порушення лако-фарбового покриття. Скло приладу повинно бути чисте, ціле. Фарбування силуету літака не повинне мати викрашування. Креноскоп та лампи підсвітки не повинні мати пошкоджень.

3. Перевірка авіагоризонту на відповідність нормам основних технічних параметрів: перевірка часу готовності авіагоризонту до роботи.

3.1 Підготувати авіагоризонт до перевірки. Встановити авіагоризонт на поворотну установку ЦГВ 518010000. За допомогою ручок прокольних та поперечних кренів поворотної установки встановити авіагоризонт так, щоб повітряний пузир рівня розміщувався у найменшому колі рівня. Встановити кут тангажа поворотної установки в нульове положення. За допомогою штепсельного шнура під'єднати авіагоризонт до штепсельного роз'єму стенда. Включити живлення стенда перемикачами В1 та В2. До клем сельсин стенда підключити аналоговий вольтметр, повинні горіти лампи Вкл.27 та Вкл.36. Перевірку параметрів авіагоризонту необхідно починати не раніше, ніж через 3-4 хвилини з моменту включення живлення. Перед перевіркою параметрів

авіагоризонту необхідно за допомогою кремальєри сумістити лінію горизонту шкали тангажа з центром силуету – літачка.

3.2 Перевірка часу готовності авіагоризонту. Встановити перемикач «20» в положення «агрегати», а перемикач «3» стенда в положення «тангаж». Заретувати прилад. Зразу після відпускання кнопки аретиру поставити перемикач «1» стенда в положення «Ввімкнути» та включити секундомір. Через 1.5 хвилини з моменту запуску приладу відмітити показання вольтметра при двох положеннях перемикача «3»-«крен» та «тангаж». Час готовності авіагоризонту повинно бути не більше 1.5 хвилини та показники вольтметра повинні перестати змінюватись. Якщо через 1.5 хвилини після запуску показники вольтметра продовжують змінюватися, необхідно записати їх величину. Після того, як показники вольтметра встановляться, за допомогою ручок прокольного та поперечного крену кронштейну установки поставити прилад в положення, відповідно до попередньо виміряним значенням. Показники лімбов продольного та поперечного кренів установки повинні бути не більше $\pm 1^\circ$, що відповідає часу готовності 1.5 хвилини. Вернути прилад в початкове положення.

Зробити висновки про придатність приладу до експлуатації.

Приступити до оформлення звіту з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: номер та назву роботи, навчальну мету та короткий опис технології перевірки приладу, розрахунки та таблиці даних, висновки про придатність приладу.

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

Тема № 7. Основні характеристики та принцип дії курсової системи ГМК-1А та системи автоматичного пілотування вертольоту Мі-8МТВ

Лабораторне заняття: Перевірка справності курсової системи ГМК-1А.

Навчальна мета заняття: сформувати практичні навички по перевірці на відповідність нормам основних технічних параметрів курсової системи ГМК-1А.

Кількість годин - 4 (денна форма); 4 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Ознайомитись з техніко-експлуатаційними параметрами ГМК-1А.
2. Вивчити принцип дії курсової системи ГМК-1А та режимами роботи курсової системи.
3. Навчитися проводити перед польотну перевірку курсової системи ГМК-1А..
4. Навчитися оцінювати працездатність курсової системи за параметрами

перевірки.

Література: 1(с.110-135). 5(с.180-189)

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

2.1 Основні технічні дані:

1. Похибка системи в визначенні магнітного курсу $\pm 1,5^\circ$.
2. Похибка системи від відходу осі гіроскопа гіроагрегату при роботі його в режимі гірополукомпасу (ГПК) за 1 годину (в нормальних умовах) не більше $\pm 2,5^\circ$.
3. Швидкість узгодження в режимі магнітної корекції (МК):
 - нормальна швидкість 1,5 - 7 град / хв;
 - швидка швидкість не менше 6 град / с.
4. Час готовності до роботи:
 - в режимі МК не більше 3 хв;
 - в режимі ГПК не більше 5 хв.
5. Напруга живлення:
 - змінним трифазним струмом 36 В 400 Гц;
 - постійним струмом $27 \pm 2,7$ В.
6. Потужність, що споживається:
 - змінним струмом не більше 60 ВА;
 - постійним струмом не більше 25 Вт.

2.2 Курсова система ГМК-1А працює в одному з двох головних режимів:

- в режимі гірополукомпасу (ГПК) – основному робочому режимі;
- в режимі магнітної корекції (МК) – резервному режимі.

Крім режимів ГПК і МК електрична схема курсової системи забезпечує роботу системи в допоміжних режимах:

- пуску;
- автоматичного узгодження;
- контролю;
- завдання курсу;
- аварійному.

Гірополукомпас. У режимі гірополукомпасу (ГПК) основним датчиком курсу є курсова гіроскоп. Точність видачі курсу курсовим гіроскопом залежить від величини його доглядів в азимут.

Вільний гіроскоп без азимутальної корекції має «нібито відхід» через обертання Землі (при цьому в просторі гіроскоп нерухомий, а Земля обертається) і відходи, викликані наявністю моментів тертя в опорах карданного підвісу. Компенсація цих відходів здійснюється широтним компенсатором, розташованим в пульті управління ПУ-26.

У режимі ГПК сигнал курсу видається з сельсина-датчика гіроагрегату. Ротор сельсина-датчика гіроагрегату закріплений на вертикальній осі гіроскопа гіроагрегату, отже, буде прецесувати разом з нею.

Споживачам курсу буде видаватися гіроскопічний курс, скоригований широтним компенсатором.

Магнітна корекція. У режимі магнітної корекції (МК) сигнали магнітного курсу виробляються індукційним датчиком ІД-3 і надходять в корекційний механізм КМ-8.

У корекційної механізми в сигнал магнітного курсу вводяться поправки на магнітне схилення, девіацію і усуваються інструментальні похибки.

Скоригований сигнал магнітного курсу надходить в гіроагрегат ГА-6 для усереднення і «запам'ятовування».

Підсилення сигналів неузгодженості в системі сельсин-датчик гіроагрегату – сельсин-приймач корекційного механізму здійснюється підсилювачем автомата узгодження АС-1.

При розворотах вертольота з кутовий швидкістю більше 0,1 ... 0,3 град / с в автомат узгодження і гіроагрегат від ВК-53РВ надходять сигнали на відключення магнітної корекції. Сигнали курсу видаються споживачам з сельсина-датчика гіроагрегату ГА-6.

Пуск. У режимі пуску забезпечується автоматичне узгодження системи з великою швидкістю по магнітному курсу протягом 45 – 90с. з моменту включення системи незалежно від положення перемикача режимів (ГПК або МК).

Автоматичне узгодження. У цьому режимі автоматично включається швидка швидкість узгодження при перемиканні системи з режиму ГПК в режим МК при наявності в системі неузгодженості між гіроскопічним і магнітним курсами більше 2°.

Контроль. У режимі контролю здійснюється швидка комплексна перевірка роботи стежачих систем курсової системи шляхом відпрацювання двох курсів (0 і 300°), які утворюються при підключенні обмоток датчика ІД-3 в певному поєднанні до джерела постійного струму. Відпрацювання кутів 0° і 300° незалежно від положення датчика ІД-3 в азимуті.

Завдання курсу. Режим здійснюється перемикачем ЗК при роботі системи в режимі ГПК.

Аварійний режим. У разі відмови або несправності пульта ПУ-26 або гіроагрегаті ГА-6, але при справній стежачій системі «ІД-3 – КМ-8» в польоті можна користуватися шкалою корекційного механізму, яка буде давати свідчення з помилкою на четвертну девіацію і інструментальну похибку (не більше $\pm 5^\circ$).

2.3 Включення ГМК-1А:

1. Включити АЗС «ГМК-1».
2. Включити джерело постійного струму.
3. Включити основний перетворювач ПТ-500ц.
4. На пульті управління курсової системи поставити перемикачі в наступні положення:
 - перемикач режимів ГПК-МК в положення ГПК;
 - ручку «ШИРОТА» - на широту вихідного пункту маршруту;
 - перемикач півкуль «СЕВ-ЮЖН» - в положення «СЕВ» при польотах в північній півкулі або «ЮЖН» при польотах в південній півкулі;
 - натискні перемикачі «Контроль 0-300° і ЗК» знаходяться в нейтральному (не віджатому) положенні.
5. Встановити лічильник магнітного відхилення на коректувальному механізмі КМ-8 за допомогою кремальєри на нуль.
6. На правій бічній панелі верхнього електропульт включити вимикач «ГМК». При цьому протягом 45-90 с відбувається узгодження стежачих систем ГМК-1А по магнітному курсу і показники УГР-4УК показують стояночний магнітний курс вертольота.

УВАГА! Перевірку працездатності системи виконувати через 5 хв після включення вимикача ГМК (тобто через 5 хвилин після запуску системи).

2.4 Перевірка працездатності системи в режимі ГПК

1. Перемикач режимів на пульті системи поставити в положення «ГПК».
2. Перемикач «ЗК» натиснути вліво. Шкали показчиків УГР-4УК повинні обертатися проти годинникової стрілки.
3. Перемикач «ЗК» натиснути вправо. Шкали показчиків УГР-4УК повинні обертатися за годинниковою стрілкою. Швидкість обертання шкал не менше 2 град / с.

Перевірка працездатності в режимі МК

1. Перемикач режимів поставити в положення «МК».
2. Перемикач «Контроль» встановити в положення «0». Показчики УГР-4УК і корекційного механізму КМ-8 повинні встановитися з великою швидкістю на значення $0 \pm 10^\circ$.
3. Перемикач «КОНТРОЛЬ» встановити в положення «300». Показчики УГР-4УК і корекційного механізму КМ-8 повинні встановитися на значення $300 \pm 10^\circ$ з великою швидкістю. При положенні перемикача «Контроль» «0» і «300» на пульті управління повинна спалахнути лампочка «Завал ГА», вказуючи на справність лампочки (свідчить тільки про те, що лампа справна).
4. Перемикач «Контроль» поставити в нейтральне положення. При цьому шкали показчиків і корекційного механізму повинні встановитися на значення стоянкового курсу вертольота з нормальною швидкістю. Для включення швидкої швидкості узгодження відхилити перемикач «ЗК» в будь-який крайнє положення.

УВАГА! У режимі МК нажимний тумблер «ЗК» використовується як кнопка швидкого узгодження системи (перед зльотом, після виконання тривалих розворотів, перед посадкою).

Зробити висновки про придатність приладу до експлуатації.

Приступити до оформлення звіту з виконання лабораторної роботи, який повинен включати: номер та назву роботи, навчальну мету та короткий опис технології перевірки приладу, розрахунки та таблиці даних, висновки про придатність приладу.

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.