

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

до лабораторних занять

із навчальної дисципліни «Основи авіаційної радіоелектроніки та автоматики»

вибіркових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

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. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР
ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.

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 Історія розвитку авіаційної радіоелектроніки та автоматики, їх роль в підвищенні безпеки і ефективності повітряних перевезень.	10	4	0	2	0	4	Контрольне опитування
Тема № 2 Сутність, властивості та застосування радіохвиль різних діапазонів. Передача інформації за допомогою радіохвиль.	22	6	0	4	6	6	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 3 Основи побудови радіо передаючих та радіоприймальних пристроїв, умови та засоби випромінювання радіосигналів. Зовнішні канали передачі даних.	20	4	0	4	8	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 4 Авіаційні засоби та системи радіозв'язку і радіонавігації.	20	4	0	4	8	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 5 Принципи побудови систем автоматичного керування.	18	4	0	4	6	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 6 Контури ручного та автоматичного керування повітряних суден, взаємодія систем.	20	4	0	4	8	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 7 Основні характеристики бортових обчислювальних систем, структура та реалізація внутрішніх шин обміну даними.	20	4	0	4	8	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Тема № 8 Електромагнітна сумісність радіоелектронних	20	4	0	4	8	4	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи

засобів, шляхи підвищення завадостійкості обміну інформацією.							
Тема № 9 Перспективні системи авіаційної радіоелектроніки та автоматики.	26	6	0	6	8	6	Контрольне опитування захист звіту з лабораторної роботи
Всього за семестр №6:	180	40	0	40	60	40	Екзамен

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

Не передбачено

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 2 Сутність, властивості та застосування радіохвиль різних діапазонів. Передача інформації за допомогою радіохвиль.

Лабораторне заняття: Перевірка варіометра ВАР-30М.

Навчальна мета заняття: сформувати практичні навички по перевірці варіометра на працездатність та відповідність нормативно-технічним параметрам.

Кількість годин - 6 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

1. Ознайомлення з основними технічними параметрами варіометра та складом перевіркової апаратури.
2. Перевірка зовнішнього вигляду та цілісності варіометра.
3. Перевірка герметичності корпусу приладу.
4. Перевірка основної похибки варіометру на підйом.
5. Перевірка основної похибки варіометру на спуск.

Література: 2(с.74-80), 3(с.13-34)

План проведення заняття:

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

II. Основна частина заняття.

1. Основні технічні параметри на варіометр ВАР-30М.

Герметичність корпусу повинна бути такою, що при розрідженні 380 мм. рт.ст. не перевищував 2 мм. рт. ст. за 1 хвилину.

Похибки показників на відмітках не повинні перевищувати:

1 м/с - ± 0.75 м/с

4 та 8 м/с - ± 2.0 м/с

12 та 16 м/с - ± 2.5 м/с

20, 24, 30 м/с - ± 3.0 м/с

Перевірити наявність та комплект перевіркового обладнання:

Перевірочна установка типа УКАМП, секундомір, джерело розрядження типу РВН-20, прилад ВАР-30М.

2. Перевірити зовнішнє прилад ВАР-30М, що підлягає перевірці. Прилад повинен мати заводський номер, згідно паспорту, не пошкоджений корпус та штуцер «С», скло повинне бути прозорим, без запотівань та тріщин, рівномірне лако-фарбове покриття. Кремальєра повинна переміщати стрілку в межах ± 7 м/с. Після перевірки кремальєру виставити на нуль.

3. Перевірка герметичності корпусу. Штуцер «С» приладу приєднати до штуцера «Рст» установки, а на штуцер «Рд» встановити заглушку.

Перемикач «Vст» установки встановити в положення «Макс», запобіжний перемикач «Рд» встановити в положення «600». Відвернути заглушку штуцера «Зброс». Відкрити «З'єднуваний» кран, закрити крани «Вакуум» та «Тиск». Ввімкнути перемикачі «27В» та «115В» на стенді і перемикач «Вкл» на установці.

Повільним обертанням малого маховика крану «Вакуум» з'єднати систему з атмосферою. При цьому стрілка ІВД «815-580» встановиться на відмітку тиску сьогодення.

Повільним обертанням великого маховика крану «Вакуум» створити розрядження, яке відповідає тиску 380 мм.рт.ст., що контролюється по ІВД «580-170». При створенні розрядження слідкувати за стрілкою варіометра, що перевіряється, таким чином, щоб стрілка не заходила за максимально цифроване значення.

Закрити кран «Вакуум» установки. Впродовж 1 хвилини спостерігати зміну показників установки. Зміна показників не повинна перебільшувати 2 мм.рт.ст.

Повільно обертати малий маховик крану «Вакуум» з'єднати систему з атмосферою. При досягненні тиску сьогодення, малий маховик крану «Вакуум» закрити. Значення, що отримане внести в звіт.

4. Перевірка основної похибки варіометру на підйом. Знайти барометричний тиск Р1 та Р2, що відповідає нижній та верхній межі діапазону висот Н1 та Н2 варіометру, який перевіряється.

Н1 2400 м відповідає Р1=567 мм.рт.ст. та заносим в графу 1 таблиці 1, Н2 4200 м відповідає Р2=457 мм.рт.ст. та заносимо в графу 1 таблиці 1.

Повільним обертанням великого маховика крану «Вакуум» створити розрядження, що відповідає тиску 600 мм.рт.ст., яке контролювати по ІВД «815- 580». При створенні розрядження спостерігати за стрілкою приладу, що перевіряється, щоб вона не заходила за максимальне оцифроване значення.

При досягненні розрядження 600 мм.рт.ст., повільним обертанням великого маховичка крану «Вакуум» стрілку варіометра встановити на відмітці 5 м/с та підтримувати не змінною.

При досягненні розрядження 567 мм.рт.ст. по ІВД «815- 580» включити секундомір та спостерігати за показниками ІВД. Коли розрядження досягне 457мм.рт.ст., секундомір зупинити, кран «Вакуум» закрити. Показання приладу перевіряється занести в графу 4, секундоміра в графу 3 таблиці 1.

Таблиця 1 Результати повірки при підйомі

Тип і номер приладу			Дата повірки		
1	2	3	4	5	6
Початкове Рст. (P1)	Кінцеве Рст. (P2)	Показники секундоміру	Показники приладу, що перевіряється	Розрахункові данні швидкості	Поправка
567	457		5 м/с		
567	457		10 м/с		
567	457		20 м/с		
567	457		30 м,с		

Плавно обертати малий маховик крану «Вакуум» з'єднати систему з атмосферою. При досягненні тиску 600 мм. рт.ст. по ИВД «815- 580» малий маховик крану «Вакуум» закрити.

Аналогічно провести перевірку варіометру на швидкостях 10, 20, 30 м/с.

Розрахунок швидкості здійснюється за формулою (1.1)

$$V_{\text{расч.}} = \frac{H_2 - H_1}{t} \quad (1.1)$$

де : $H_2 = 4100\text{м,}$

$H_1 = 2400\text{м,}$

t – час спаду розрідження від 567 мм\рт.ст. до 457 мм\рт.ст.

Дані занести в графу 5 таблиці 1. Визначити поправку, як різницю між розрахунковою швидкістю та показниками приладу. Дані занести в графу 6 таблиці 1.

5. Перевірка основної похибки варіометру на спуск. Повільним обертанням великого маховика крану «Вакуум» створити розрідження, яке відповідає тиску 400 мм.рт.ст. по ИВД «580-170». При створенні розрідження слідкувати за стрілкою приладу, який перевіряється, щоб вона не заходила за максимальне цифрове значення. При досягненні розрідження 400 мм.рт.ст. кран «Вакуум» закрити.

Повільним обертанням малого маховика крану «Вакуум» з'єднати систему з атмосферою, встановив стрілку приладу на відмітку 5 м/с та підтримувати не змінною.

При досягненні по ИВД «580-170» розрідження 457 мм.рт.ст. включити секундомір та спостерігати за показниками ИВД «580-170». Коли розрідження досягне 567 мм.рт.ст., секундомір зупинити, малий маховик крану «Вакуум» закрити.

Показники приладу. Який перевіряється занести в графу 4, секундоміра – в графу 3 таблиці 2.

Таблиця 2 Результати повірки при спуску

Тип і номер приладу	Дата повірки
---------------------	--------------

1	2	3	4	5	6
Початкове Рст. (P1)	Кінцеве Рст. (P2)	Показники секундоміру	Показники приладу, що перевіряється	Розрахункові данні швидкості	Поправка
457	567		5 м/с		
457	567		10 м/с		
457	567		20 м/с		
457	567		30 м/с		

Плавним обертанням великого маховика крану «Вакуум» створити розрідження, яке відповідає тиску 400 мм.рт.ст. по показчику ИВД «580-170». При досягненні розрідження 400 мм.рт.ст. кран «Вакуум» закрити.

Аналогічно провести перевірку варіометра на швидкостях 10, 20, 30 м/с.

Розрахунок швидкості здійснювати за формулою (1.1). Дані занести в графу 5 таблиці 2. Визначити поправку, як різницю між розрахунковою швидкістю та показниками приладу, занести в графу 6 таблиці 2.

Порівнявши значення поправки в таблицях 1 і 2 з нормативно – технічними параметрами приладу зробити висновки про придатність приладу до експлуатації.

По закінченню перевірки закрити великий маховик крану «Вакуум» та відкрити малий маховик, як тільки стрілка ИВД «580-170» встановиться на тиск сьогодення – малий маховик закрити. Виключити живлення перемикачі «27В» та «115В» на стенді і перемикач «Вкл» на установці. Навести порядок на робочому місці.

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 № 3 Основи побудови радіо передаючих та радіоприймальних пристроїв, умови та засоби випромінювання радіосигналів. Зовнішні канали передачі даних.

Лабораторне заняття: Перевірка на відповідність нормам основних технічних параметрів датчика кутових швидкостей ДУС.

Навчальна мета заняття: сформулювати практичні навички по перевірці на відповідність нормам основних технічних параметрів датчика кутових швидкостей ДУС.

Кількість годин - 8 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Вивчити особливості конструкції гіротахому ДУС, навчитися експериментально визначати основні динамічні параметри приладу.
 2. Ознайомитись з техніко-експлуатаційними параметрами приладу ДУС, з умовами його роботи.
 3. Навчитися експериментально знімати перехідну функцію приладу.
 4. Навчитися визначати за перехідною функцією динамічні параметри приладу; частоту загасаючих та незатухаючих коливань, коефіцієнти згасання.
 5. Експериментально збудувати статичну характеристику приладу.
- 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 Вивчити особливості конструкції приладу ДУСУ, використовуючи розрізний макет приладу, плакати та креслення. Особливу увагу слід приділити конструктивному виконанню гіровузла, демпфера, датчика моментів і передавального механізму, пристроїв статичного балансування та юстування рухомої частини приладу.

2.2 Зняти статичну характеристику приладу. Для експериментального зняття статичної характеристики використовувати поворотну установку МПУ-1.

1. Виконання експерименту проводити у такій послідовності:

- підключити вихід датчика кута ДУС до вольтметра. Подати живлення на гіродвигун та потенціометр;

- через час (~ 1 хв), необхідний для розгону ротора, починати знімати статичну характеристику в діапазоні малих кутових швидкостей повороту платформи ($0,05-2^\circ/\text{с}$). Зафіксувати поріг чутливості приладу. Оскільки кутова швидкість обертання поворотної установки не суворо постійна, необхідно усереднити показання вольтметра, а значення кутовий швидкості діапазоні $0,1-2^\circ/\text{с}$. визначати виміром секундоміром часу повороту на певний кут за шкалою точного відліку поворотної установки. Для побудови статичної характеристики зняти 8-10 точок, виробляючи кожній точці виміру по 3 рази;

- зняти статичну характеристику в діапазоні середніх та великих кутових швидкостей ($2-35^\circ/\text{с}$). Зафіксувати максимальне значення вимірюваної кутової швидкості;

- обчислити для кожної точки середнє значення вхідний (кутова швидкість) і вихідний (напруга, що знімається з потенціометричного датчика кута) величин.

- побудувати за усередненими значеннями вхідний та вихідний величин статичну характеристику приладу.

- визначити коефіцієнт передачі приладу, поріг чутливості та діапазон кутових швидкостей, в межах якого вихідна величина пропорційна вхідній.

2.3 Зняти перехідну функцію приладу. Виконання експерименту проводити в такій послідовності:

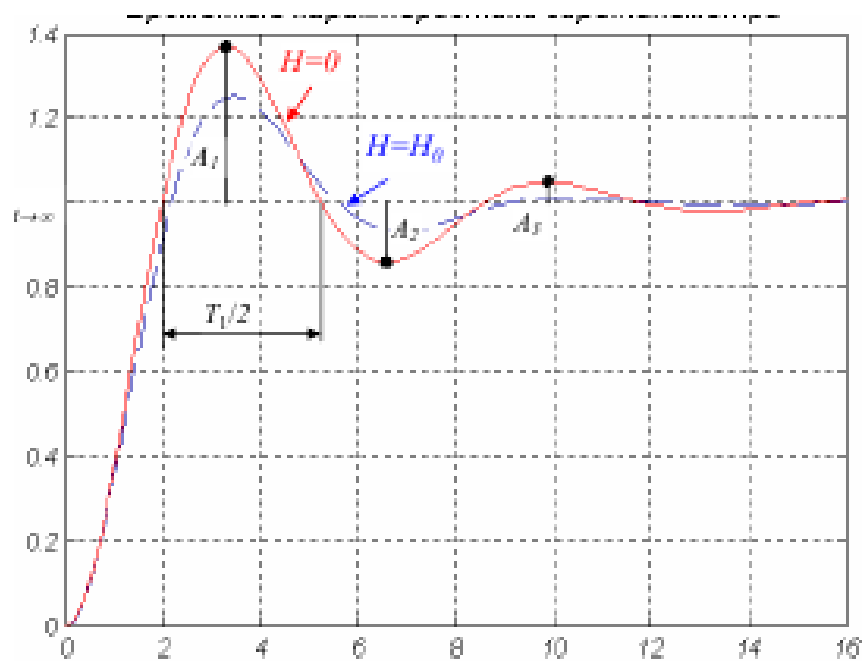
– змодельовати гіроскопічний момент $H_{0\text{вх}}$, відповідний ступінчастій кутовій швидкості, моментом, що прикладається до гіровузла датчиком моменту. Для цього необхідно:

а) підключити датчик моментів до напруги постійного струму 27;

б) підключити до вихідного датчика кута приладу пристрій реєстрації (осцилограф або ЕОМ);

– зробити запис графіка перехідної функції, для чого подати напругу на датчик моменту включенням перемикача на пульті та записати 3...4 періоди власних коливань;

- побудувати графік перехідних характеристик.



Зробити висновки про придатність приладу до експлуатації.

Прийняти 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 № 4 Первинні логічні схеми, їх реалізація та застосування для побудови логічних пристроїв.

Лабораторне заняття: Визначення часу перемикання транзисторного ключа від зміни параметрів навантаження

Навчальна мета заняття: використовуючи можливості середовища EWB, досліджувати статичні і динамічні параметри ключів на біполярних транзисторах.

Кількість годин - 8 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Ознайомитись з віртуальними приладами та елементами інтерфейсу програми EWB 5.12
2. Засвоїти порядок підготовки до виконання лабораторної роботи та правила техніки безпеки.
3. Визначення статичних та динамічних характеристик ключів на біполярних транзисторах.

Література: 2(с.74-80), 3(с.13-34)

План проведення заняття:

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

II. Основна частина заняття.

1. Під час виконання робіт з комп'ютером на організм людини можуть діяти наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- небезпека травмування електричним струмом;
- електромагнітне випромінювання;
- напруженість зору;
- підвищений рівень шуму на робочому місці (від вентиляторів, кулерів, процесору тощо);
- нервово-психологічні навантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні навантаження).

Робоче місце повинно забезпечувати:

- достатній рівень освітлення приміщення та робочого місця;
- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, рівень іонізації повітря);
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця, а також враховувати наступні небезпечні та шкідливі фактори: наявність шуму та вібрації, м'яке рентгенівське випромінювання, електромагнітне випромінювання, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання, електростатичне поле між екраном і оператором, наявність пилу, озону, окису азоту та аероіонізації.

Приміщення з комп'ютерами повинні мати природне та штучне освітлення. Вікна приміщень повинні мати регулюючі пристрої для відкривання, а також жалюзі, штори.

Приміщення, де працюють з комп'ютерами, повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, вентиляції.

Екран відеомонітора повинен знаходитись від очей користувача на оптимальній відстані 600-700 мм, не ближче 500 мм, з урахуванням розмірів алфавітно-цифрових знаків та символів.

вистягнутої руки (по висоті 900 - 1300 мм, по глибині 400-500 мм).

Рациональна поза оператора (користувача): розташування тіла при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук - вертикальні, кут ліктьового суглоба коливається у межах 70 – 90 °, зап'ястя

зігнути під кутом не більше ніж 20° , нахил голови - у межах $15-20^\circ$, а також виключені часті її повороти. 2. Перевірити зовнішнє прилад ВАР-30М, що підлягає перевірці. Прилад повинен мати заводський номер, згідно паспорту, не пошкоджений корпус та штуцер «С», скло повинне бути прозорим, без запотівань та тріщин, рівномірне лако-фарбове покриття. Кремальєра повинна переміщати стрілку в межах ± 7 м/с. Після перевірки кремальєру виставити на нуль.

2.1 У робочому вікні середовища зібрати схему простого ключа на біполярному транзисторі типа 2N2218 з бібліотеки Transistors (рис.1). У цій схемі транзистор VT працює в ключовому режимі – під дією імпульсного сигналу, що управляє, перемикається з режиму відсічення в режим насичення, комутуючи тим самим струм у вихідному колекторному ланцюзі. Як джерело вхідних сигналів, що управляють, використаний бібліотечний генератор прямокутних імпульсів (Еб) з наступними установками – частота дотримання імпульсів 50 кГц, шпаруватість 2 амплітуда 1В, зрушення рівня 0.5В. За допомогою двопроменевого осцилографа переконатися в працездатності ключа і визначити статичні і динамічні параметри. До статичних параметрів відносяться високі низькі рівні вхідної і вихідної напруги ключа - U_{BX}^1 , U_{BX}^0 , $U_{ВИХ}^1$, $U_{ВИХ}^0$ д динамічних – часи перемикань ключа із замкнутого стану в розімкнене і назад.

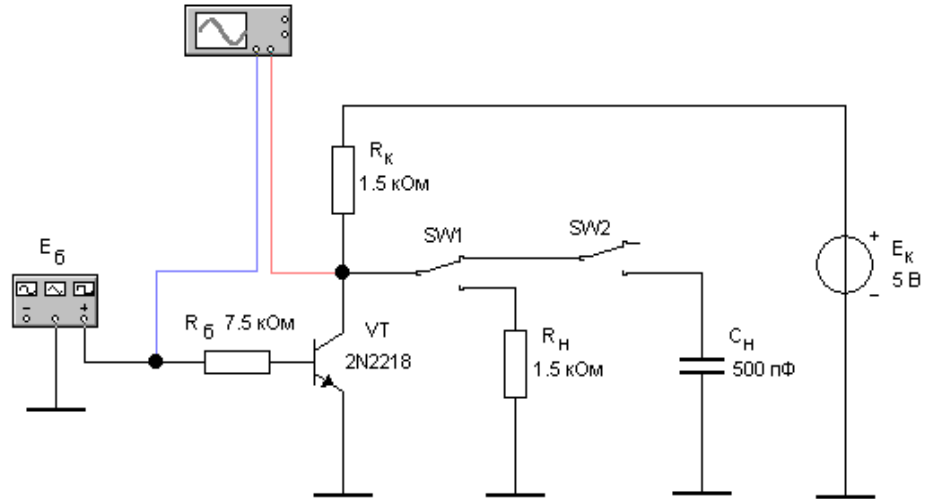


Рисунок 1- Простий ключ на біполярному транзисторі.

На рис.2 приведені тимчасові діаграми вхідної і вихідної напруги ключа, отримані за допомогою віртуального двопроменевого осцилографа. Видно, що в даному випадку $U_{BX}^1 = 1,5V$, $U_{BX}^0 = -0,5V$, $U_{ВИХ}^1 = 5V$, $U_{ВИХ}^0 = 40mV$. Далі за допомогою осцилографа визначалися зразкові тимчасові інтервали процесів відкриття і закривання ключа для подальшого точного тимчасового аналізу з використанням в головному меню пункту «Analysis» і підпункту «Transient». Як видно з рис.2 процес відкриття ключа, що викликається позитивним перепадом вхідного сигналу, можна детально досліджувати на тимчасовому інтервалі (19.9-

20.7) мкс, а процес закривання ключа, що викликається негативним перепадом вхідного сигналу, - на інтервалі (9.7-11.3) мкс.

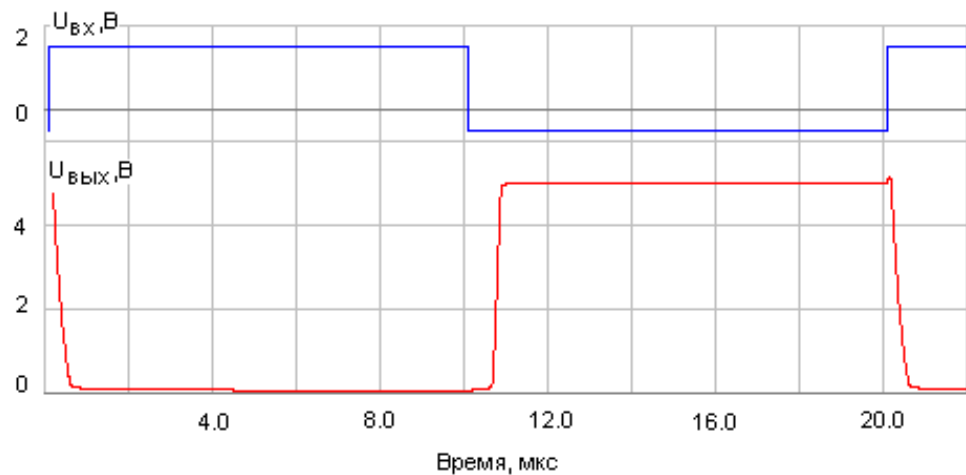


Рисунок 2 - Часові діаграми роботи ключа

Підпункт «Transient» дозволяє отримати перехідні процеси роботи ключа на вибраних тимчасових інтервалах, а використання підпункту «Parameter Sweeper» дозволяє вивчити вплив елементів схеми ключа на тривалість процесів перемикавання. На рис.3 і рис.4 приведені результати комп'ютерного аналізу тимчасових процесів відкриття і закривання ключа при різних значеннях резистора R_n .

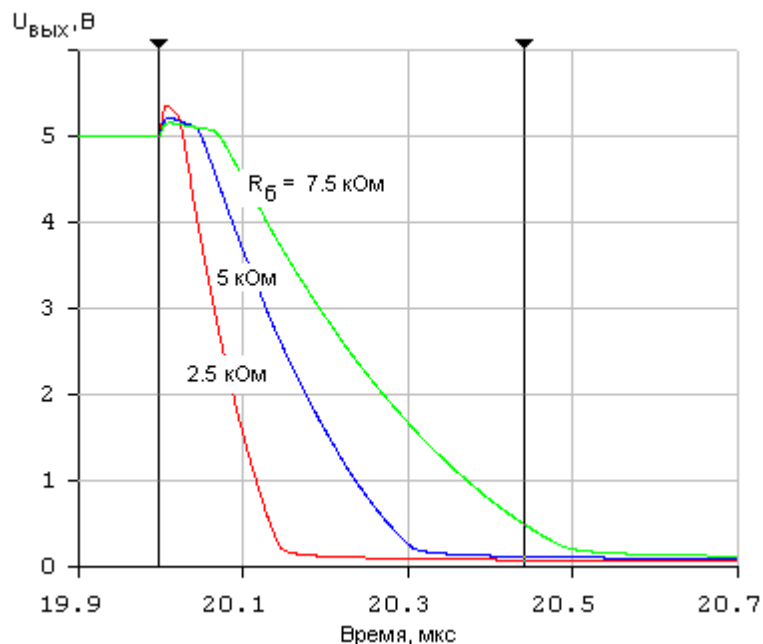


Рисунок 3 - Перехідний процес відкриття ключа.

З рис.3 видно, що при максимальному значенні час переходу транзисторного ключа із закритого стану ($U_{вих}^1$ д=5В) у відкрите ($U_{вих}^0$ д=40мВ) складає приблизно 500нс і зменшується із зменшенням R_b . Точніше виміряти час відкриття можна використовуючи рівні (0.1 – 0.9) від логічного перепаду

$U_d = (U_{вих}^1 - U_{вих}^0)$. З рис.4 видно, що процес закривання транзистора складається з двох стадій - затримки закривання ($t_{зд}$) і часу закривання ($T^{0,1}$). При максимальному значенні R_b затримка закривання складає приблизно 500нс, а час закривання – 200нс. Із зменшенням R_b затримка закривання зростає а час закривання зменшується.

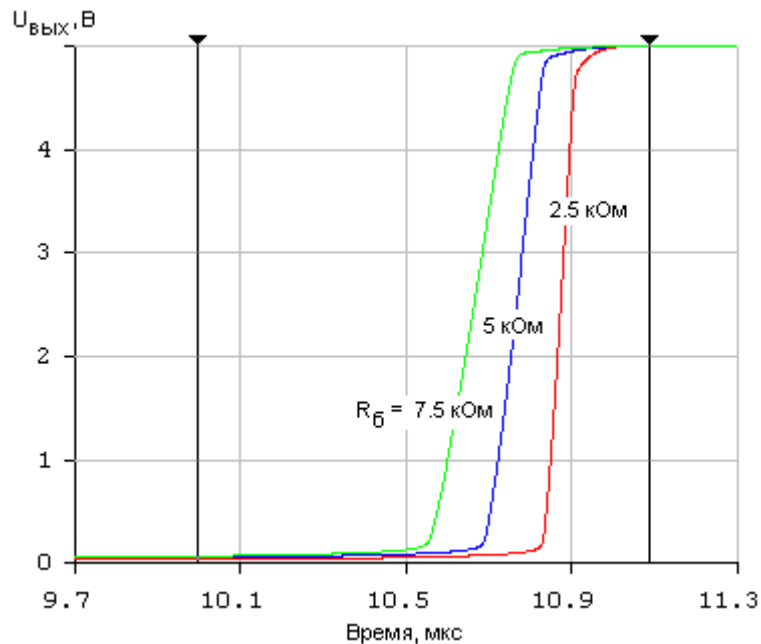


Рисунок 4 - Перехідний процес закривання ключа.

Використовуючи в головному меню пункт «Analysis», підпункти «Parameter Sweep» і «Transient», самостійно досліджувати вплив опору навантаження і ємкості навантаження на параметри переходного процесу включення і виключення транзисторного ключа. Для чого спочатку за допомогою перемикача підключити до виходу ключа опір навантаження і провести аналіз при зміні в діапазоні (0.5 - 2.5) кОм через 1кОм. Потім за допомогою перемикача підключити до виходу ключа ємкість навантаження і провести аналіз при зміні в діапазоні (500 – 1500) пФ через 500пФ. При значенні опору $R_b = 7.5$ кОм.

За результатами дослідження надати скріни осцилограм переходних процесів та заповнити таблицю 1.

Таблиця 1

Номер дослідження	Значення опору резистора R_n	Значення ємкості конденсатора C_n	Час відкриття ключа	Час закривання ключа
1	0.5кОм	-		
2	1.5 кОм	-		
3	2.5 кОм	-		
4	2.5 кОм	500 пФ		
5	2.5 кОм	1000 пФ		

6	2.5 кОм	1500 пФ		
---	---------	---------	--	--

Контрольні питання.

1. За якою схемою підключений транзистор в режимі ключа.
2. Чи відбувається інверсія напруги при перемиканні ключа, що називається інверсією напруги.
3. Як впливає величина опору навантаження та характер навантаження на роботу транзисторного ключа.
4. В якості якого логічного елементу може застосовуватися транзисторний ключ.

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

Тема № 8 Вплив зовнішніх факторів на функціонування електронних інструментальних систем, а саме: електростатичні розряди, електромагнітне середовище, блискавка та захист від них.

Лабораторне заняття: Визначення електромагнітного випромінювання різних електричних агрегатів систем повітряних суден.

Навчальна мета заняття: За допомогою детектора електромагнітних випромінювань Benetech GM3120 заміряти рівень електричних та магнітних випромінювань під час роботи різних агрегатів систем повітряного судна, зробити висновки про можливий вплив цих випромінювань на роботу радіоелектронних елементів ПС.

Кількість годин - 8 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Ознайомитись з призначенням, можливостями та правилами користування детектору електромагнітних випромінювань Benetech GM3120.
2. Проведення вимірів електромагнітного випромінювання при роботі бортових агрегатів: випрямляючого пристрою, електромеханічного перетворювача, гіроагрегату, радіостанції.
3. Аналіз отриманих даних про можливий вплив електромагнітного випромінювання на роботу радіоелектронних елементів ПС.

Література: 2(с.74-80), 3(с.13-34)

План проведення заняття:

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

II. Основна частина заняття.

1. Детектор електромагнітних випромінювань Benetech GM3120, Цей прилад може перевіряти випромінювання електричного поля та

випромінювання магнітного поля. Він використовується для перевірки та вивчення ситуації електромагнітного випромінювання у приміщенні та на вулиці. Він оснащений вбудованим датчиком електромагнітного випромінювання, який може відображати значення випромінювання на цифровому РК-дисплеї. Ви можете зробити розумну обробку або вжити ефективних заходів щодо захисту від електромагнітного випромінювання відповідно до результатів тесту.

Цей прилад має такі особливості:

- Один прилад з двома функціями, він може одночасно перевіряти електричне поле та випромінювання магнітного поля.
- Звукова сигналізація, коли результат тесту перевищує безпечне значення, прилад подасть сигнал автоматично.
- Блокування даних.
- Графічне відображення значення радіації.
- Оцінка радіації, чи є значення радіації безпечним чи ні.
- Зручний дизайн, простота використання, легко проводити вимірювання в польових умовах.

За допомогою приладу можливо проводити:

- моніторинг електромагнітного випромінювання: Будинок та квартира, офіс, відкритий та промисловий майданчик;
 - випробування електромагнітного випромінювання: перевірка випромінювання мобільних телефонів, комп'ютерів, телевізорів, холодильників тощо;
 - випробування продуктів радіаційного захисту: випробування впливу радіаційно-стійкого одягу, радіаційно-захисних плівок та інших профілактичних виробів.
2. Провести вимірювання електромагнітного випромінювання при роботі наступних агрегатів: випрямляючого пристрою, електромеханічного перетворювача, гіроагрегату, радіостанції наступним чином:
- 2.1 1. Натисніть кнопку живлення, щоб увімкнути його. Після повноекранного відображення відобразяться поточне електричне поле та значення магнітного поля, натисніть кнопку живлення, щоб увімкнути підсвічування. На екрані з'явиться індикація (рис.1)

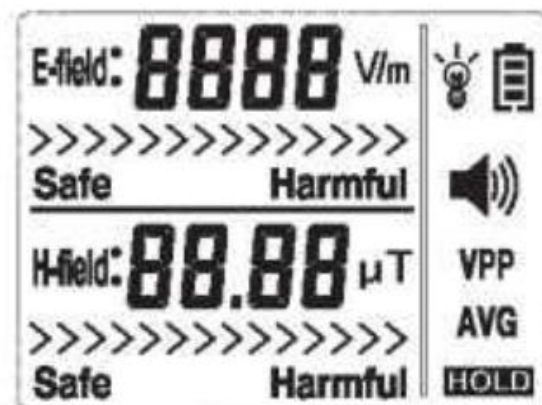


Рисунок 1 – індикація приладу після включення

Натисніть ще раз, щоб вимкнути підсвічування. Якщо не буде натиснути кнопку, підсвічування автоматично вимкнеться через 30с. Натисніть і утримуйте кнопку живлення після запуску, щоб вимкнути пристрій. Прилад автоматично вимкнеться після 5 хвилин бездіяльності.

2.2 Тримайте прилад рукою, щоб індуктивна зона на передньому кінці була ближчою до джерела електромагнітного випромінювання для повільної перевірки. Якщо фактичне значення випромінювання знаходиться в межах діапазону вимірювання приладу, відобразатиметься значення, якщо прилад не має показань, це вказує на те, що значення електромагнітного випромінювання джерела випромінювання менше мінімального показання приладу, а саме 1 В/м або 0,01 мкТ.

Примітка: При вимірі високовольтних об'єктів вибирайте безпечну відстань.

2.3 Вчасно виміру натисніть “HOLD” для фіксації результату виміру. Індикатор з'явиться на екрані. Щоб розблокувати, натисніть ще разів. Цей інструмент видаватиме звуковий сигнал за замовчуванням після увімкнення та буде відображатися на екрані . Натисніть кнопку «ВЕР», щоб увімкнути або вимкнути звуковий сигнал.

Натиснувши «AVG / VPP» під час вимірювання у стані розблокування, ви можете перемикатися між середнім та піковим значенням. Якщо цифра, що відображається, нечітка, або вона блимає, або малюнок не може бути очищений, це означає, що батарея розряджена. Будь ласка, змінійте батарею вчасно.

3. Отриманні данні занесіть у таблицю 1

Таблиця 1

Параметр	Випрямляючий пристрій	Електромеханічний перетворювач	Гіроагрегат	Радіостанція
Паспортна частота випромінювання	50 Гц	400Гц	24КГц	130 МГц
Електричне поле В\м				
Магнітне поле мк\Тл				

Побудуйте графік залежності потужності магнітного та електричного випромінювання в залежності від частоти.

Зробіть аналіз графіку, надайте пропозиції по захисту від випромінювання та розміщенню електронних блоків відносно цих агрегатів на ПС.

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

Тема № 9. Перспективні системи авіаційної радіоелектроніки та автоматики.

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 - 8 (денна форма); 0 (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 гірополукомпаса (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 гірополукомпаса (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 гірополукомпаса (ГПК) основним датчиком курсу є курсової 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 корекційній механізмі 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 стежать 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 стежить 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 показників УГР-4УК повинні обертатися проти годинникової стрілки.
3. Перемикач «ЗК» натиснути вправо. Шкали показників 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». Показники 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». Показники 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 показників 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.

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

Основна література:

- 1.В.П. Харченко, І.В. Остроумов. 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. В.О. Рогожин. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
- 4.А.В.Скрипець.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.;
- 5.А.П.Бамбуркін, В.Н.Неделько, М.И.Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.И.Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
6. Ю.В.Стуцанський. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

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