

15. Грищенко Ю. В. Аналіз осцилограм польотів із застосуванням трендових алгоритмів// Електроніка та системи управління.- К.: НАУ, 2009 .- №3(21), с 69-73.
УДК 331.101.1:629.735:303.7(045)

Ю.В.Грищенко, канд. техн. наук, доц.

АНАЛІЗ ОСЦИЛОГРАМ ПОЛЬОТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТРЕНДОВИХ АЛГОРИТМІВ

Інститут електроніки та систем управління, НАУ e-mail:iesy@nau.edu.ua

Дана стаття присвячена питанням обробки інформації щодо виникнення явища підсилення динамічного стереотипу у пілотів при дії на них сукупності негативних факторів. Актуальність статті визначена тим, що 80-90% авіаційних випадків доводиться на людський чинник за вказаних вище умов.

Вступ. Задача переходу до безрозмірних коефіцієнтів при обробці осцилограм польотної інформації переходу від моментної до інтервальної оцінки успішно вирішується застосуванням трендових алгоритмів [1]. Під трендом розуміємо стійкі зміни процесу, що спостерігаються та дають висновок щодо його прогнозування у майбутньому. За даними обробленої статистики, вище запропонованим методом, виявлено ряд закономірностей, які вказують на необхідність проходження курсу антистресової підготовки більшості пілотів [2]. Используя разработанный порядок применения трендовых алгоритмов [3], было проанализировано возникновение отрицательного явления усиления динамического стереотипа у пилотов на самолётах: Як-40, Як-42, Ту-154Б и др., вертолёте Ми-8.

Аналіз осцилограм польотів. Розглянемо один з варіантів порядку застосування трендових алгоритмів для аналізу протидії пілотів накладкам чинників. Маючи дані числові або графіків зміни курсу, крену (γ) і тангажу від кінця четвертого розвороту до посадки необхідно визначити відстані від екстремумів до нуля. Обчислити різницю між подальшими екстремумами (без модуля) зміни кожного параметра. Результати A узяти по модулю. Виявити максимальні і мінімальні A кожного параметра (при умові $A > 1'$). Обчислити напівперіоди відповідні максимальному і мінімальному значенню кожного параметра. Далі проводяться розрахунки по наступних формулах для кожного параметра:

$$\Delta A = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\min}}; \Delta T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\min}}. \quad (1,2)$$

Після цього складемо загальну картину поліканальної зміни параметрів:

$$\begin{aligned} \Delta \Delta A_{\gamma, \psi, g} &= \sqrt{\Delta A_{\gamma}^2 + \Delta A_{\psi}^2 + \Delta A_g^2}; \\ \Delta \Delta T_{\gamma, \psi, g} &= \sqrt{\Delta T_{\gamma}^2 + \Delta T_{\psi}^2 + \Delta T_g^2} \end{aligned} \quad (3,4)$$

Амплітуди можна виміряти і наносити на вісь координат при роботі з числами в градусах, а при роботі з графіками – в умовних одиницях, а періоди відповідно в секундах і умовних одиницях.

Використовуючи трендові алгоритми доцільно проводити порівняння ($\Delta \Delta \delta_{\text{Э,Н,В}}$) відхилення елеронів, керма напрямку і висоти з ($\Delta \Delta A_{\gamma, \psi, g}$) змінами параметрів:

$$\Delta \Delta \delta_{\text{Э,Н,В}} = \sqrt{\Delta \delta_{\text{Э}}^2 + \Delta \delta_{\text{Н}}^2 + \Delta \delta_{\text{В}}^2}; \quad (5)$$

$$\Delta \Delta A_{\gamma, \psi, g} = \sqrt{\Delta A_{\gamma}^2 + \Delta A_{\psi}^2 + \Delta A_g^2}. \quad (6)$$

Наприклад, під час "бовтанки" по розбіжності і можна судити про якість техніки пілотування, оскільки при сильній бовтанці досвідчений пілот не допускає сильних відхилень параметрів, хоча витрата керма і елеронів велика. За наявності систем об'єктивного контролю

(СОК) на комплексному тренажері літака (КТЛ) можна не враховувати, оскільки "бовтанку" можна виключити з пульта інструктора.

Використовуючи трендові алгоритми і програму обробки на ЕОМ, за даними число

$$\Delta\Delta_{\gamma,\psi,\theta} = \sqrt{\Delta A_{\gamma}^2 + \Delta A_{\psi}^2 + \Delta A_{\theta}^2}.$$

печаті ми можемо отримати конкретні дані порівняння при польотах з факторними накладками (ФН – комплексними відмовами на КТЛ) і без них. Алгоритм і програма навчання протидії з мінімальним трендом висловлений в "Методичних рекомендаціях по підвищенню рівня протидії пілотів накладкам чинників (для інструкторського складу і інженерів)" в 1990 р. в МГА автором цієї роботи. По різниці між $\Delta\Delta_{\text{ФН}}$ і польотах без відмов можна судити про ступінь протидії пілотів ФН, чим менше різниця, тим більше ступінь протидії, якісні зміни оцінювати кількісно.

У процесі польоту пілоти не завжди можуть уникнути появи помилкових дій. Причому, як показують статистичні дані, зібрані на КТЛ-74, тривалість неправильного пілотування літака збільшується при збільшенні кількості одночасно діючих факторів (у даному випадку відмовлень).

Найбільш характерними помилками в техніці пілотування при дії негативних чинників є: не витримування глісади і не витримування швидкості на глісаді планування, не витримування курсу, виправлення його не в правильну сторону, не витримування вертикальної швидкості і т. д. Причому, після того, як пілот починає виправляти помилку, то відбувається посилення динамічного стереотипу по амплітуді і частоті, фіксуємо засобами реєстрації польоту. В існуючих літературних джерелах мається діаметрально протилежна думка – при діях факторних навантажень відбувається не посилення, а так назване «ламання» динамічного стереотипу дій. Експерименти на КТЛ і дані статистики не підтверджують цього. Особливо гарна невідповідність видна по осцилограмам по параметрі «кут крену». Перевірка цього положення має важливе практичне значення для складання нових програм тренувань, а також при видачі практичних рекомендацій пілоту на удосконалення його навичок пілотування. Пілот починає розгойдувати літак, навколо потрібного йому параметра, що свідчить про влучення пілота в зону відбитих рухів, тобто ми бачимо м'язову (якісну) чи тимчасову (кількісну) розгойдування пілота, що починається з просторової, одержуваної від зорових і чисто дотикальних рецепторів. Причому, зорові відчуття об'єктивні, а мішечні – суб'єктивні.

Помилкові й алогічні дії в процесі польоту зв'язані в першу чергу, зі змінами в розумових процесах просторові сигнали від дії факторних навантажень. Одержуючи просторові сигнали від дії факторних навантажень при достатній їхній кількості пілот може потрапити в зону відбитих рухів, але просторовому. Невміння активне протидіяти факторним навантаженням може привести до неправильних дій і в бортінженерів. (переплутування важелів, тумблерів, кнопок і т.д.). Звідси ми бачимо важливість навчання просторовій затримці рухів всього екіпажа. Важливим елементом при навчанні затримки такого роду може служити навчання льотного складу логіці. Це служить важливою базою його тренувань, також вибору єдиного правильного рішення при протидії несподіваним подразникам.

Після здійснення алогізмів частина пілотів попадає в зону тимчасових відображень, що показує нездатність їх затримувати тимчасові відбиті рухи.

Керуючись теорією протидії Сеченова І.М., що довів, що усі свідомі рухи, називаються звичайно довільними, але і вони можуть бути відбитими. Посилення динамічного стереотипу без змін «фізіономії» рухів спостерігаємо в більшості екіпажів при тренуваннях.

Придушення тимчасових відображень рухів у пілотів є гарним показником. По таким даним впливу ми можемо судити про ступінь протидії факторним навантаженням.

Ідеально потрібно давати такі відмови, які не впливають на аеродинаміку літака. Наприклад: відмова авіагоризонту, погіршення прозорості атмосфери и т.д. По осцилограмам ми спостерігаємо збереження льотного почерку пілота, а саме його рухливого динамічного стереотипу.

Загально-інтегральна оцінка, яку ми визначаємо по різним параметрам:

1. При посадці з не випущеними кінцевими закрилками (Рис. 1):

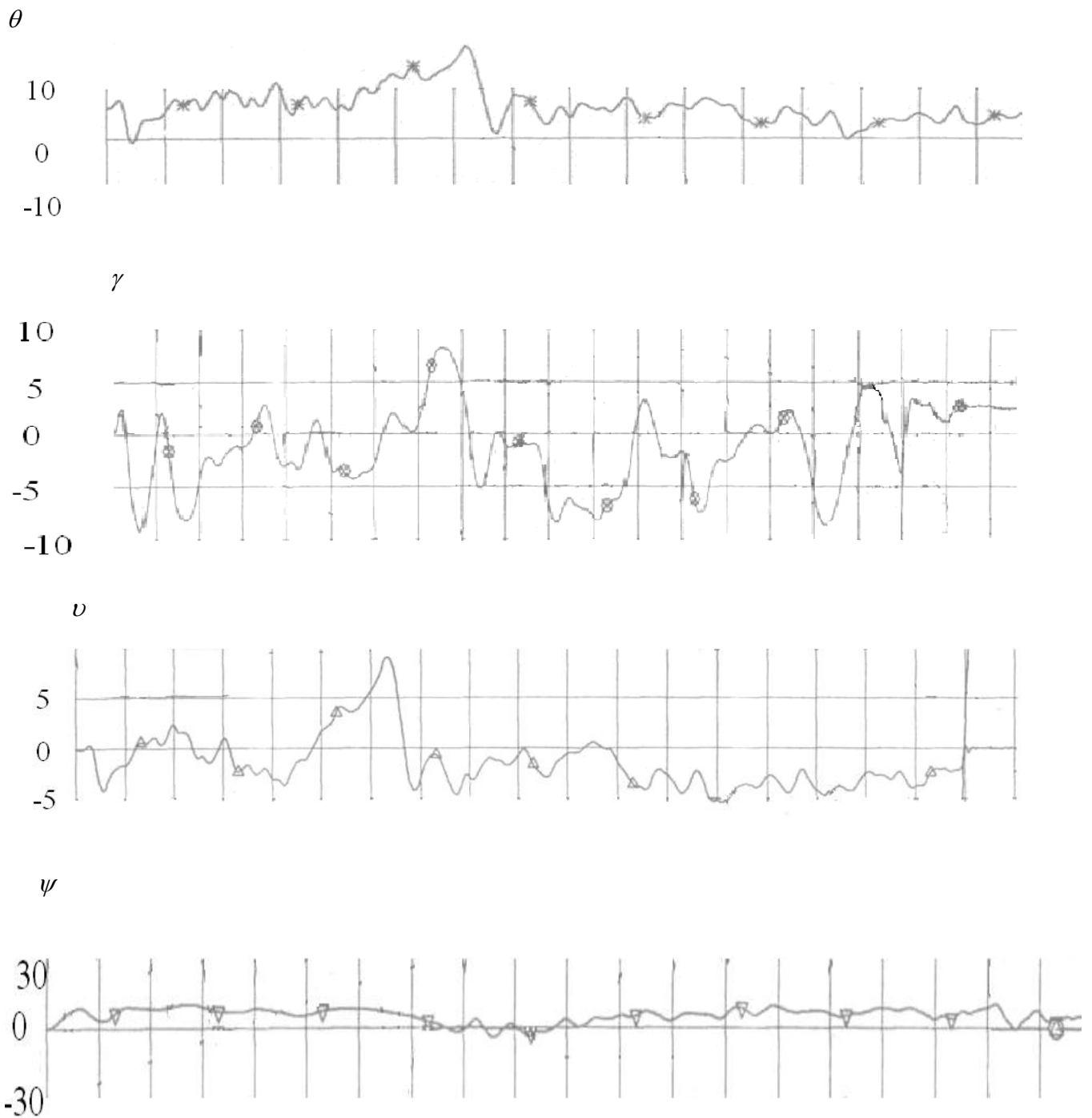


Рис. 1. Осцилограми змін параметрів польоту (в градусах) з часом (в секундах, де одно ділення дорівнює 10 с) при посадці з не випущеними кінцевими закрилками, де θ – кут тангажу, γ – кут крену, ν – кут нахилу траєкторії, ψ – курс

$$\Delta A_{\nu_1} = 12,$$

$$\Delta A_{\gamma_1} = 8,$$

$$\Delta A_{\theta_1} = 8,$$

$$\Delta A_{\psi_1} = 10.$$

$$\Delta\Delta A_1 = \sqrt{(A v_1)^2 + (A \gamma_1)^2 + (A \theta_1)^2 + (A \psi_1)^2}$$

$$\Delta\Delta A_1 = 19.$$

2. При посадці з непрацюючим двигуном (Рис 2):

$$\Delta A v_2 = 13,$$

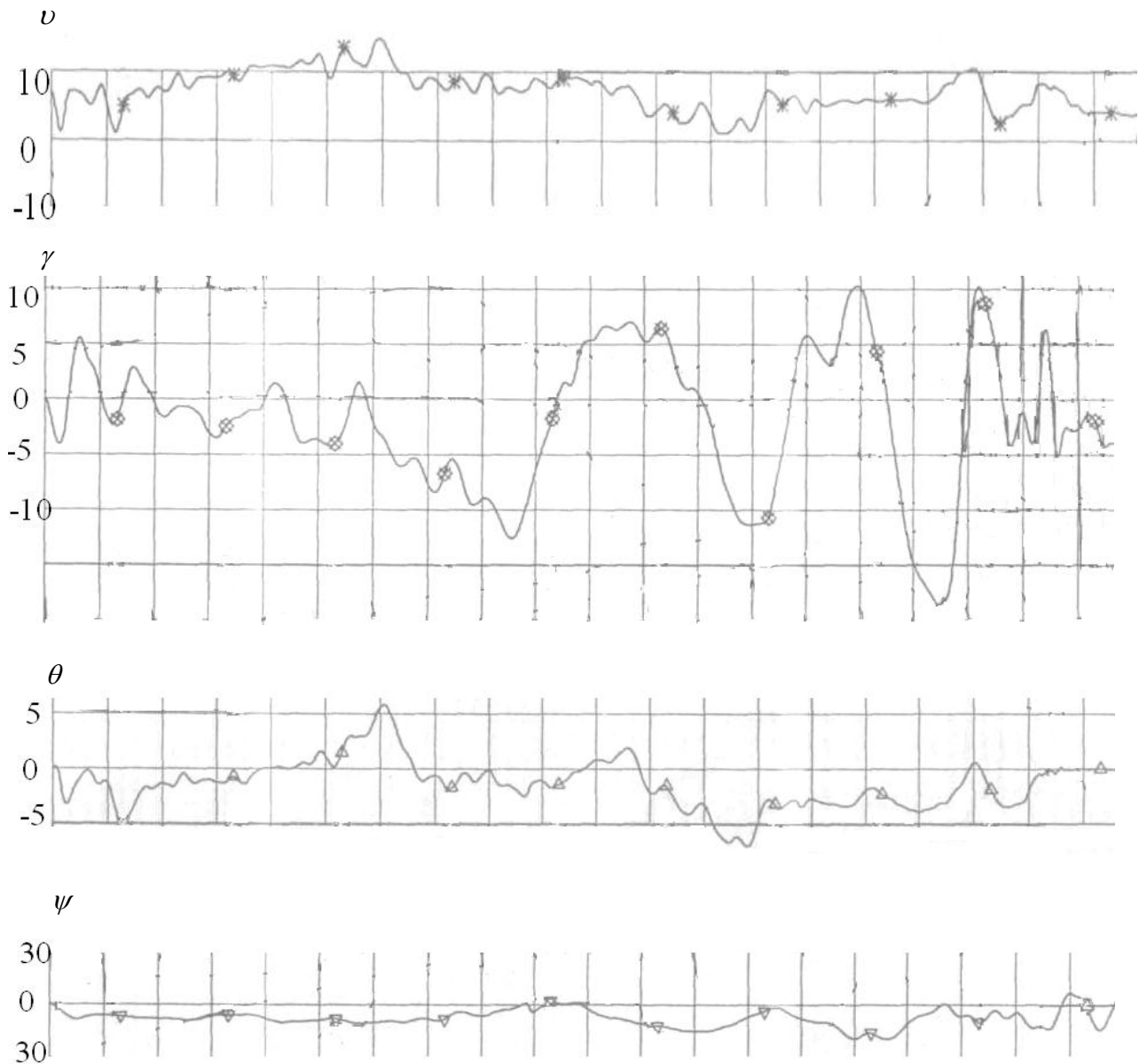


Рис 2. Осцилограми змін параметрів польоту при посадці з непрацюючим двигуном.

$$\Delta A \gamma_2 = 18,$$

$$\Delta A \theta_2 = 9,$$

$$\Delta A \psi_2 = 16.$$

$$\Delta\Delta A_2 = \sqrt{(A v_2)^2 + (A \gamma_2)^2 + (A \theta_2)^2 + (A \psi_2)^2}$$

$$\Delta\Delta A_2 = 34.$$

Як було вже відзначено дослідженнями на КТЛ, пілоту «вистачає» вже 4-5 комплексно діючих чинників негативного характеру, щоб він вийшов за межі і відмовився надалі від боротьби за успішне виконання польоту. Тільки досвідчені пілоти, навчені протидії зможуть працювати за цією «межею». Тому ми пропонуємо пристрій (рис.3) на облік загальної кількості чинників до п'яти. Шостий сигнал лічильника попереджає інструктора про те, що екіпаж працює за межами.

Таким чином, лічильник у нас обмежений по рахунку до шести, а можливих відмов триста. Щоб не перенавантажувати лічильник у тому випадку, коли інструктор подає на тренажер більше шести відмов, у нас і стоїть логічна схема яка по своїй суті є дільником. Завдяки цій схемі при будь-якій кількості чинників-відмов, введених на КТЛ в кількості більше шести, наш індикатор на пристрої показуватиме шість відмов. Інструктор же бачитиме що екіпаж працює на межі або за ним.

Лічильник нашого пристрою реагує і підраховує кількість чинників-відмов, введених інструктором на КТЛ. Лічильник видає сигнали, «незрозумілі» для індикаторів. Для цього ми і використовуємо в нашій схемі дешифратор. Він і дає напругу вже на наші індикатори.

Щоб знати, який час на екіпаж діють відмови, ми застосовуємо лічильник часу. В основу лічильників часу узяті таймери, які і реєструють час одного, двох, трьох і так далі відмов.

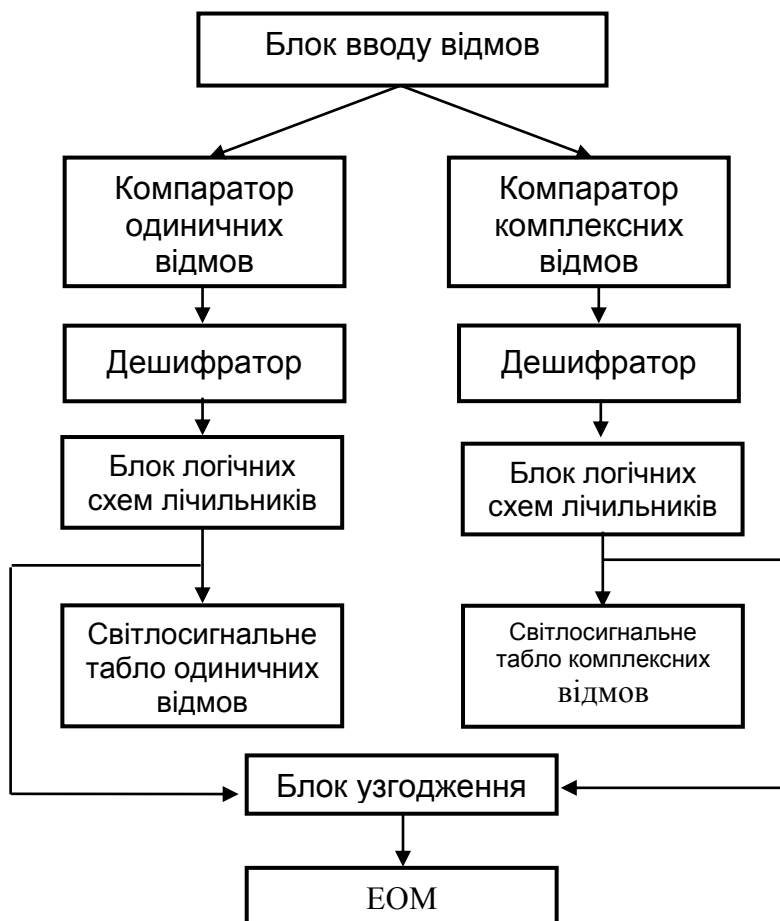


Рис. 3. Функціональна схема пристрою відображення одночасного введення інструктором відмов та їх початку і тривалості

За осцилограмами польотів на КТЛ – нормального (без одночасно діючих відмов) і факторного (коли різним пілотам інструктора дають однакові відмови для порівняння, потім інший

блок и і т.п.) слугують ілюстрацією того, як діють ФН в реальних польотах. Процес посадки при комплексних відмовах різко ускладнюється – це видно по якісним змінам майже всіх параметрів польоту. Наявність цих якісних факторних змін відхилень дає змогу розробити спеціальний пристрій для їх реєстрації на тренажері, коли ми моделюємо такі ситуації на КТЛ (рис. 4).

Для того щоб нам дати кількісну характеристику польоту, яка виражається в середньому квадратичному відхиленні. З суматора роздільника подаємо дані амплітуд на пристрій квадратичної обробки сигналів за формулами (1,2).

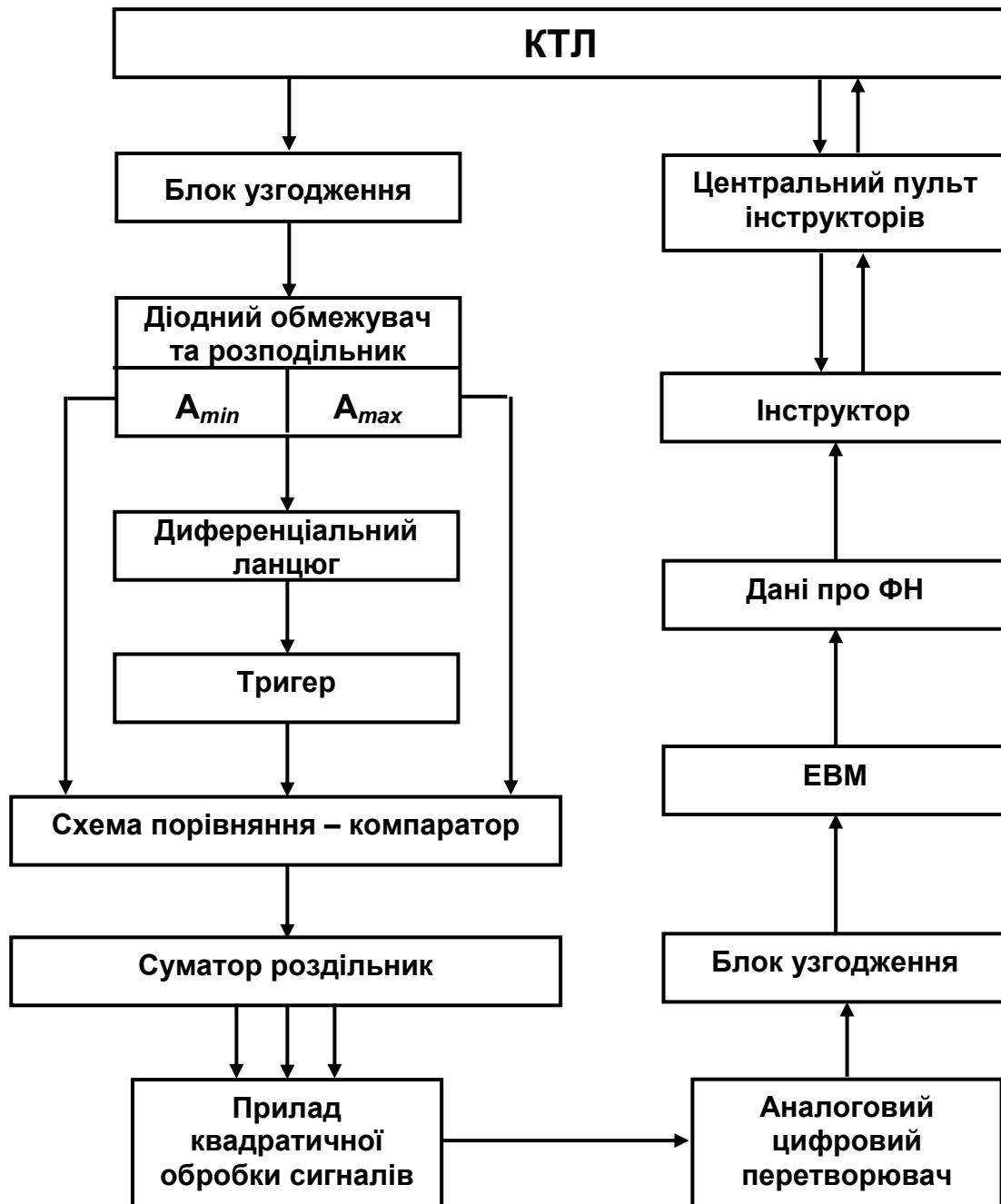


Рис. 4. Функціональна схема пристрою відображення амплітудного посилення динамічного стереотипу пілота/

Підрахунок середнього квадратичного відхилення проводимо за формулами (3-6).

В залежності від результату, який ми бачимо на табло, ми можемо судити який за

складністю був політ.

Висновки:

1. Ми бачимо з розрахунку польоту на КТЛ, що інтегральна оцінка ступеню підсилення динамічного стереотипу при посадці з непрацюючим двигуном більша ніж інтегральна оцінка при посадці з не випущеними кінцевими закрилками.

2. В ідеальному випадку порівнювати амплітудне значення потрібно при аналізі польотів одного і того ж пілота без відмов і з введеними відмовами. Таким чином, по цій різниці ми можемо визначити амплітудне підсилення, яке виникає в пілота під впливом факторних навантажень, (які на КТЛ імітуються комплексними відмовами).

3. Попередні розрахунки по крену показали, що політ з меншою накладкою чинників на пілотів, відрізняється від максимальної (відмова двигуна, авіагоризонту, відмови інших систем). Також були проведені дослідження: при введенні з пульта інструктора більше 3 однакових відмов, які не впливають на аеродинаміку літака. Дані показують, що 80% пілотів приводить до амплітудного посилення динамічного стереотипу, збільшенню потоку зауважень по помилках пілота.

4. Перевірка за допомогою трендових алгоритмів виявила, що дане явище має місце у виді поліпараметричного розгойдування.

Література.

1. Грищенко Ю.В. Статистическое обоснование явления усиления динамического стереотипа у авиаспециалистов при факторных накладках // Вопросы охраны труда и окружающей среды в процессах технического обслуживания и ремонта авиационной техники. – Киев, КИИГА, 1990. – С. 8-14.

2. Грищенко Ю.В., Ревук А.Г. Применение трендовых алгоритмов для анализа противодействия пилота факторным накладкам // Управление уровнем безопасности полётов в гражданской авиации: Сборник научных трудов. – Киев, КИИГА, 1990. – С. 65-71.

3. Грищенко Ю.В., Хлястикова И.Г. Порядок применения трендовых алгоритмов для анализа явления усиления динамического стереотипа // Проблемы охраны труда и окружающей среды при аттестации и рационализации рабочих мест авиаспециалистов. – Киев, КИИГА, 1994. – С. 24-27.

Ю.В. Грищенко

Анализ осциллограмм полётов с использованием трендовых алгоритмов

Данная статья посвящена вопросу обработки информации о возникновении явления усиления динамического стереотипа у пилотов при воздействии на них совокупности негативных факторов. Актуальность статьи определяется тем, что 80-90% авиационных происшествий приходится на человеческий фактор при условиях, указанных выше.

Y.V. Grischenko

Analysis of oscillograms of flights with the use of tendency algorithms

This article is devoted to the question of treatment of information about the origin of the phenomenon of strengthening of dynamic stereotype of pilots at influence on them of aggregate of negative factors. Actuality of the article is determined by that 80-90% aviation incidents is on a human factor at terms, indicated higher.