

Д. В. Замковий; В. В. Кухар; Р. І. Васильняк

МЕТОДИКА СТРУКТУРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ЗОРОВОГО КАНАЛУ ПІЛОТА-ОПЕРАТОРА В ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ ПОЛЬОТУ, ЯКІ НАБЛИЖЕНІ ДО НАТУРНИХ

Розроблено методику структурної ідентифікації моделі динаміки пілота-оператора під час відпрацювання стохастичного сигналу командної системи в напіваавтоматичному режимі. Оператор знаходиться в умовах дії на нього зовнішнього збурення – тривимірного стохастичного коливання основи робочого місця. Умови є динамічно подібними до натурних. Завдяки запропонованій методиці, в майбутньому, можливо здійснювати відбір найбільш придатної кандидатури в пілоти, що суттєво підвищить якість управління в напіваавтоматичному режимі.

Ключові слова: структурна ідентифікація, зоровий канал, відпрацювання стохастичного сигналу управління в напіваавтоматичному режимі.

Загальна постановка проблеми

У сучасних умовах висувуються підвищені вимоги перед точністю напіваавтоматичних режимів руху транспортних засобів [1]. Вважається, що якнайкраща точність управління досягається в повністю автоматичних системах, оптимальних за критеріями точності. Ця точність може бути еталоном, до якого потрібно наближатися в напіваавтоматичних режимах управління [5]. Тому потрібно детальніше вивчити модель динаміки оператора в контурі управління, знайти новий підхід до ідентифікації цієї моделі в умовах, які наближені до натурних. На біологічні властивості оператора в умовах реального руху об'єкта діють чимало динамічних факторів, пов'язаних з характером руху. Кожний з цих факторів може суттєво змінювати модель динаміки оператора в контурі напіваавтоматичного управління. Під час складання подібних моделей виникають труднощі, оскільки до цих пір не достатньо вивчені склад, специфіка і механізми впливу цих факторів, їхня мінливість від конкретних умов досліджуваного режиму польоту і тому подібне. Іншими словами, на цей час немає чітких уявлень про вплив на пілота обумовлених збурювань, про реакцію на них конкретної людини в конкретному польоті. Отримання достатньо повних і достовірних уявлень про поведінку пілота у вказаних умовах вимагає достатньо складних і дорогих засобів імітації руху, за можливості, конкретизованого руху. Потрібні нові технології структурної ідентифікації моделей динаміки пілота, відповідні фізичні та математичні постановки завдань ідентифікації, алгоритми їх вирішення.

Отже, постає необхідність у ефективному проведенні цілого ряду науково-дослідних, технічних і організаційних робіт щодо вивчення властивостей пілота у контурі управління рухомим об'єктом.

Постановка завдання дослідження

Як відомо, наприклад [4, 5], моделі динаміки кандидатів у пілоти-оператори в контурі напіваавтоматичного управління рухомим об'єктом успішно досліджувались у статичних умовах. Крім того, відомо [2], що в реальному імітаторі аеродинаміки польоту вивчались особливості акселераційного каналу моделі динаміки пілота. Наявні на цей час засоби імітації та методологія вирішення задач дозволяють також вирішувати задачі оцінювання мінливості динамічних моделей пілота у контурі напіваавтоматичного управління під час дії на нього трьохвимірних кутових стохастичних коливань основи рухомого об'єкта в процесі відпрацювання оператором відомого програмного сигналу розузгодження в контурі управління об'єктом (наприклад, літальним апаратом). Ці сигнали, які з'являються на виході

командної системи на борті рухомого об'єкту, надходять на вхід зорового каналу льотчика-оператора, і, як правило, є стохастичного характеру.

Прийнято вважати [2, 4], що так званий зоровий канал управління охоплює зоровий чуттєвий елемент людини, деяку частину мозку та рухому реакцію людини, яка фіксується при ручному переміщенні оператором органів керування. Хоча людина, як складна самоналагоджувальна система, має довільну динаміку, яка під час здійснення пілотом одноманітних дій у певному напівавтоматичному режимі керування може бути описана [4, 5], наприклад, за допомогою апарату передавальних функцій та супровідним шумом (ремнантою). На динамічні властивості оператора в цьому режимі впливає чимало факторів, таких як: характер руху основи, на якій працює оператор, кваліфікація оператора, його тренуваність, вік, стать, особливості рухів правою та лівою рукою і т. п.

Отже, виникає завдання дослідити мінливість динамічних моделей пілота і ремнанти від таких чинників як стохастичний характер кутової динаміки рухомої основи, на якій знаходиться робоче місце оператора, кількість тренувальних дій, особливості динаміки транспортного засобу.

Суть методики та опис експериментальної установки

Як робоче місце для проведення експериментальних досліджень планується використовувати трьохступеневий динамічний стенд-генератор стохастичних просторових рухів основи [3] реального об'єкту морського базування, які отримані шляхом багаторазових натурних випробувань у різних умовах, комп'ютерне обчислювальне середовище з дисплеєм, яке відображає сигнал розузгодження в напівавтоматичному режимі.

Під час експерименту планується як вхідний сигнал у модель динаміки зорового каналу пілота використовувати відтворюваний на дисплеї сигнал розузгодження між програмним і реальним рухом досліджуваного керованого об'єкту, а як вихідний – переміщення рукою оператора органа керування (в цьому випадку – джойстика). Як необхідний алгоритм структурної ідентифікації моделі динаміки зорового каналу, планується використовувати відомий [1] алгоритм структурної ідентифікації. Під час зміни динамічних умов руху для кожного досліджуваного оператора є можливість простежити мінливість його моделі динаміки від конкретних особливостей фактора впливу.

Випробування, подібні до описаних вище, можна проводити на відібраній за певними їхніми характеристиками групі операторів: вік, стать, особливості механізмів дій оператора, тренуваність або нетренуваність, і робити відповідні статистичні висновки про характер і мінливість моделей динаміки оператора за певних динамічних умов його роботи.

Розглянемо детальніше основні стадії експерименту, особливості та значущість отриманих результатів. Для цього зобразимо схематично процес випробування (рис. 1). На рис. 1 за допомогою блок-схеми показані принцип подачі та знімання потрібної інформації експерименту, чинники збурювання, які діють як на оператора, так і на процес вимірювання.

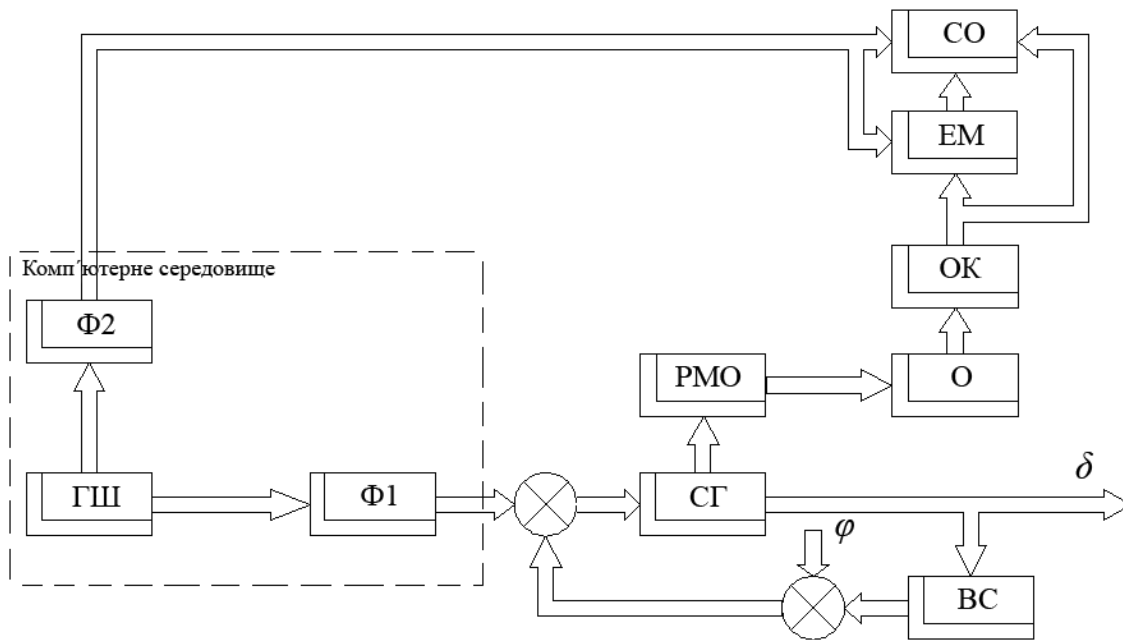


Рис. 1. Блок-схема експерименту

Тут введені такі позначення: ГШ – генератор шумів; Ф – формуючий фільтр; КС – комп'ютерне середовище; СГ – стенд-генератор; ВС – вимірювальна система; РМО – робоче місце оператора; О – оператор; ОК – органи керування; ЕМ – екран монітора; СО – середовище обробки отриманої інформації; φ – перешкоди вимірювання.

В експерименті досліджується модель динаміки зорового каналу. Із комп'ютерного середовища за допомогою генератора шумів і формуючого фільтра на екран монітора подається сигнал розузгодження між програмним і реальним рухом керованого об'єкта. Цей сигнал і є вхідною дією в модель динаміки зорового каналу. У цей же час з комп'ютерного середовища вже за допомогою іншого формуючого фільтра і генератора шумів, подається сигнал на багатоступеневий динамічний стенд-генератор, внаслідок чого, моделюється просторова кутова хитавиця за трьома координатами: кутом крену, тангажем і ризанням. На монітор подається сигнал розузгодження. За цих умов по-черзі використовуються три умовних типи літальних апаратів: легкий, середній та важкий. В описаних вище умовах на оператора діє чинник збурювання: імітація хитавиці. У той же час, пілот за допомогою органів управління прагне «наздогнати» той сигнал, який він бачить на екрані монітора, тобто, зменшити розузгодження між програмним і «дійсним» рухом. Виходом є переміщення оператором органу управління. У систему обробки отримуваної інформації потрапляють отриманий під час експерименту програмний сигнал, який виводиться на екран, сигнал входу динамічного об'єкта, сигнал, створений органами управління (джойстиком), сигнал виходу динамічного об'єкта та різниця між ними.

Після обробки вхідної і вихідної інформації об'єкта, отримання їхніх відповідних спектральних характеристик та побудови за допомогою алгоритму структурної ідентифікації [1] моделі динаміки зорового каналу, можна зробити висновок про те, який кандидат у пілоти буде відповідати всім вимогам. Для дослідження підбиратимуться кандидати різного віку, ваги, статі, різного ступеня тренуваності і так далі, що дасть можливість кількісно оцінювати вплив біологічного і фізіологічного стану людини на результат експерименту.

Висновки

Результатом застосування методики [1] структурної ідентифікації до моделі динаміки зорового каналу пілота-оператора в динамічних умовах польоту, наближених до натурних,

буде кількісна оцінка кандидатів під час дії на них хитавиці рухомої основи. Запропонована методика проведення експерименту дає можливість отримати інформацію про те, як вплив чинників збурювання на людину відображається на отриманих результатах. У майбутньому, після дослідження цікавлячих каналів сприйняття навігаційної інформації, буде можливо здійснювати відбір найбільш відповідної кандидатури в пілоти, що суттєво підвищить якість управління в напівавтоматичному режимі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарсков В. М., Блохін Л. М., Житецький Л. С. Методологія конструювання оптимальних систем стохастичної стабілізації: Монографія / За ред. Л. М. Блохіна. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 440 с.
2. Блохін Л. М., Азарсков В. М. Методика ідентифікації акселераційного каналу моделей динаміки пілота, що сприймає і передає стохастичну навігаційну інформацію// Вісник ЦНЦ ТАУ. – 1998. – №1. – С. 44 – 45.
3. Блохін Л. Н., Кривоносенко А. П., Ермолаєва О. В., Юрченко А. Н. Особенности имитации трехстепенной качки корабля и моделей ее динамики: – збірник наукових праць «Проблеми інформатизації та управління». – Вип. 11. – 2004. С. 75 – 79.
4. Петрова Ю. В. Методологія початкового відбору операторів шляхом знімання візуальної стохастичної інформації (за моделями динаміки "зорового каналу" та критеріальними параметрами людини при її роботі на статист...) – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.07.14 – К.: НАУ, 2006. – 20 с.
5. Современная теория систем управления / Под. ред. К. Т. Леондеса – М.: Мир – 1970. – 511 с.

Замковий Денис Володимирович – аспірант кафедри систем управління літальних апаратів, e-mail: xgd@univ.kiev.ua, тел. 8097-705-99-77.

Кухар Віталій Вікторович – студент кафедри систем управління літальних апаратів, тел. 8093-148-32-93.

Васильняк Роман Іванович – студент кафедри систем управління літальних апаратів, тел. 8-097-926-34-22.

Національний авіаційний університет.