

ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА MATLAB, ЯК ЗАСОБУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОЛЬОТУ ЛІТАКА, ДЛЯ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ЙОГО РУХУ НА ЕТАПІ ЗАХОДУ НА ПОСАДКУ

Анотація

Розглянуто можливості моделювання та візуалізації польоту літака. Розроблено нелінійну модель бічного руху ПС на етапі заходу на посадку та її візуалізація. Запропоновано можливість використання отриманих результатів для розробки технічних вимог на систему автоматичного керування пасажирським літаком на етапі заходу на посадку з довільним кутом підходу до ЗПС.

Abstract

Opportunities of modeling and visualization of the aircraft flight are considered. The Nonlinear model of the aircraft lateral motion and its visualization is developed. The opportunity of using received results for developing technical requirements for automatic control systems during approach with the free angle is proposed.

Керування літальним апаратом на етапі заходу на посадку є одним з найбільш складних та відповідальних елементів польоту. Саме тут, згідно зі світовою статистикою, трапляється більше третини всіх льотних подій [1]. Близькість землі і контактування з поверхнею ЗПС потребує високої точності управління кутівими та траєкторними параметрами польоту. Особливо ця проблема стала гострою останнім часом, тому що істотно підвищилися вимоги до точності польоту літального апарата на заданій траєкторії у зв'язку з різким збільшенням насиченості повітряного простору [2].

Все в цілому вимагає істотного поліпшення траєкторного керування й знаходження нових підходів до оптимізації алгоритмів керування польотом літака. Істотним при цьому є необхідність застосування інформації, що забезпечує найбільш ймовірну оцінку стану літального апарату у просторі й виконання заданих вимог по витримуванию встановленої траєкторії польоту та критеріїв оптимальності по точності, економічності і безпеці польоту.

Сьогодні для дослідження динаміки польоту літака та його пілотажних характеристик застосовують моделювання та візуалізацію польоту.

Моделювання можна розглядати як заміну досліджуваного об'єкту (літака) його умовним зразком (моделлю), що забезпечує адекватну з оригіналом поведінку в рамках певних допущень. Моделювання використовується для пізнання властивостей оригіналу шляхом дослідження його моделі, а не самого об'єкту.

Завдяки візуалізації, як інструменту виконання досліджень для різних типів повітряних суден, стає можливим моделювання етапів польоту літака з високим ступенем наближеності до реального польоту. Основними даними для візуалізації можуть бути висотно-швидкісні, аеродинамічні, інерційно-масові та геометричні характеристики літака, його експлуатаційні обмеження, результати льотних випробувань, матеріали математичного моделювання, штатні закони автоматичного керування та інше. Але для аналізу усіх цих матеріалів необхідно багато часу та зусиль, що в свою чергу може привести до помилок і як результат до невірної тлумачення реальної картини. Візуалізація польотів за допомогою їх віртуального відтворення та моделювання дозволяє заощадити час, знизити матеріальні витрати, зменшити зношуваність техніки та розв'язати ряд актуальних задач:

1. Вибрати та дослідити оптимальні значення параметрів польоту літака;
2. Провести дослідження розроблених законів автоматичного керування;
3. Провести моделювання режимів, які у польоті важко реалізувати, наприклад, моделювання відмов двигунів а також дослідити попадання літака у критичні режими польоту: наявність сильного бокового вітру під час зниження, потрапляння в зону турбулентності та інші.

У даній роботі на основі сучасних уявлень про керування польотом літака пропонується використовувати для моделювання та візуалізації комп'ютерну систему MatLAB інтегровану з програмним інструментом Simulink, створеним для моделювання динамічних систем та процесів, що задаються у вигляді блоків. Принципи програмування Simulink дозволяють виконати моделювання складних процесів з достатньо високим ступенем достовірності і високою якістю представлення результатів.

Проектування моделі бічного руху ПС на етапі заходу на посадку розпочнемо з розробки закону автоматичного керування на етапі заходу на посадку з довільним кутом підходу до ЗПС, його реалізацію та дослідження, як приклад, будемо проводити при наступних умовах: при випущених закритках (28°), масі літака m , площі крила S , та розмаху крила L , моментах інерції I_x, I_y, H_0 – висоті входу в глісаду та описаних нижче вихідних даних літака. Для розрахунку початкових умов моделювання насамперед необхідно створити модель балансування, алгоритм формування якої зображений на рис. 1.

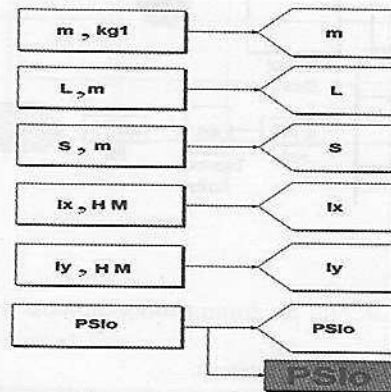
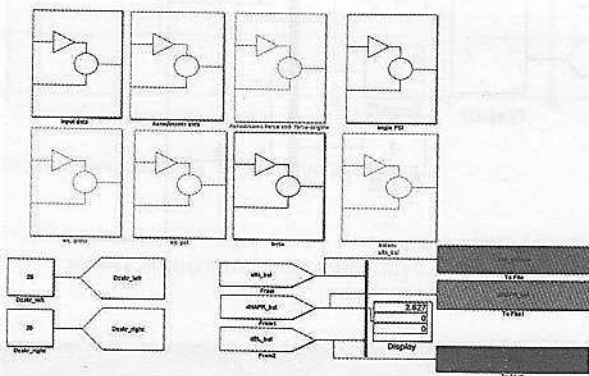
У якості вимоги до якості кривизни траєкторії обираємо критерій I

$$I = \int \Delta Z^2 dt \rightarrow \min$$

де $Z(t)$ аперіодична функція з одним пере регулюванням:

Тобто площа, обмежена кривою траєкторії заходу та віссю ЗПС, повинна бути мінімальною, а значення бокового відхилення від рівносигнальної зони курсового радіомаяка не перевищувати 100 метрів перерегулювання.

У середовищі Matlab алгоритм формування закону автоматичного керування пасажирським літаком на етапі заходу на посадку матиме наступний вигляд (рис. 2, рис. 3):



Вихідні дані моделі балансування

Рис .1. Алгоритм формування моделі балансування

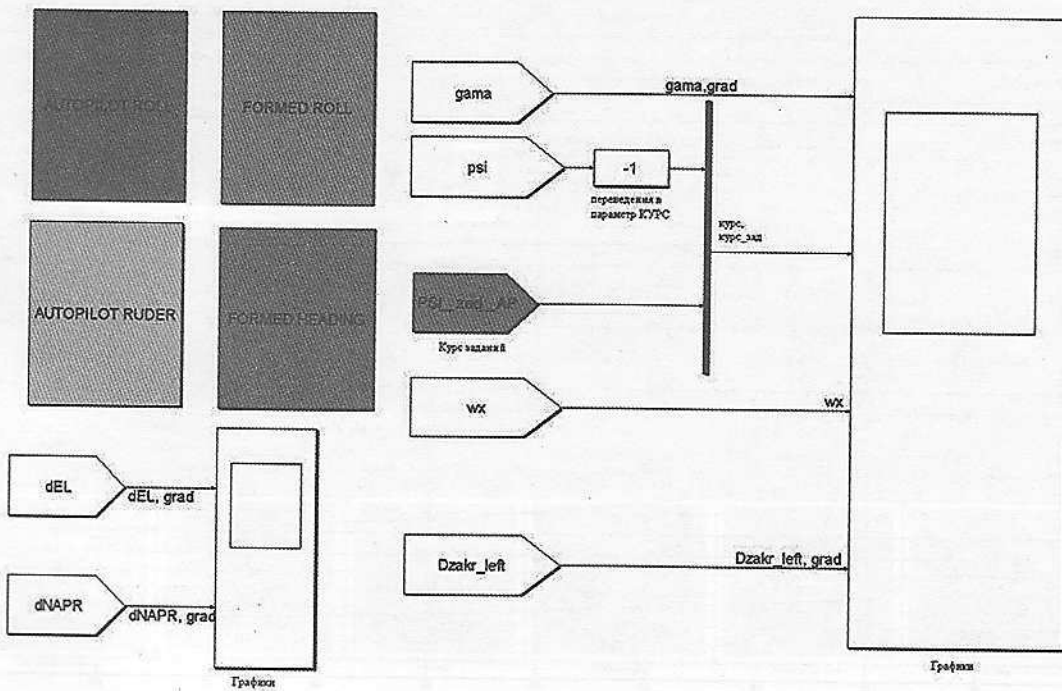


Рис. 2. Алгоритм формування закону керування.

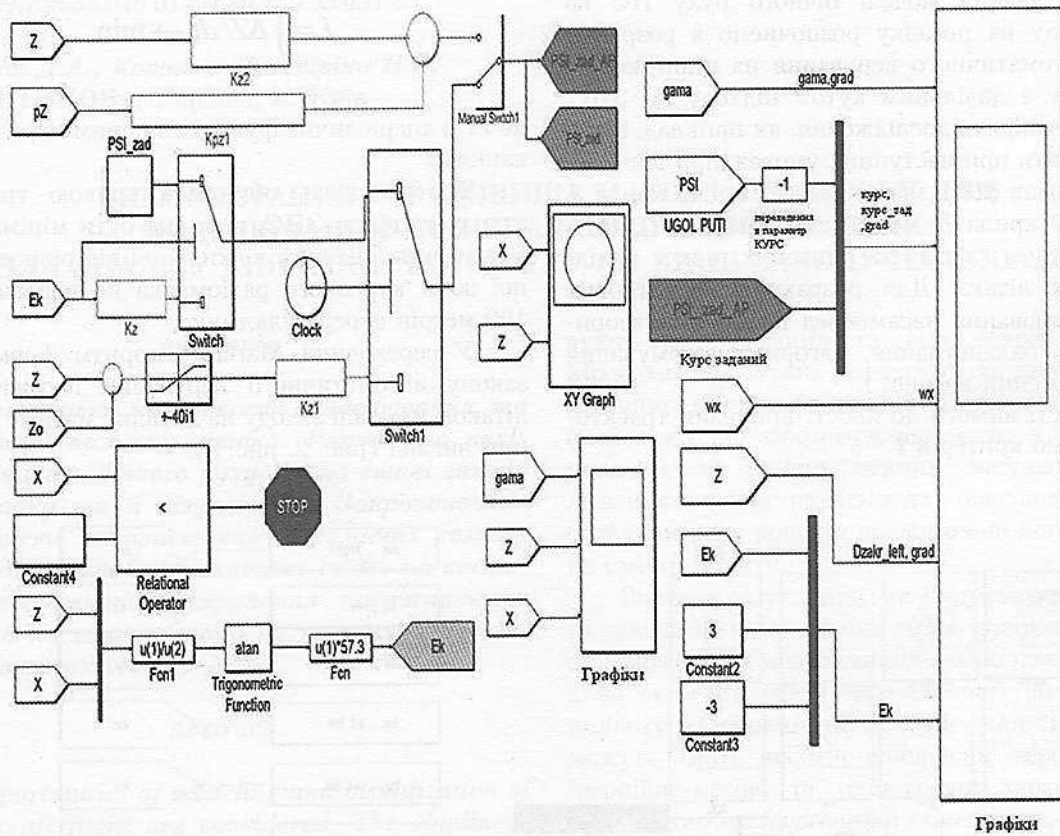


Рис. 3 Структура закону керування.

Результати моделювання розробленого закону зображено на рис. 4 та рис. 5:

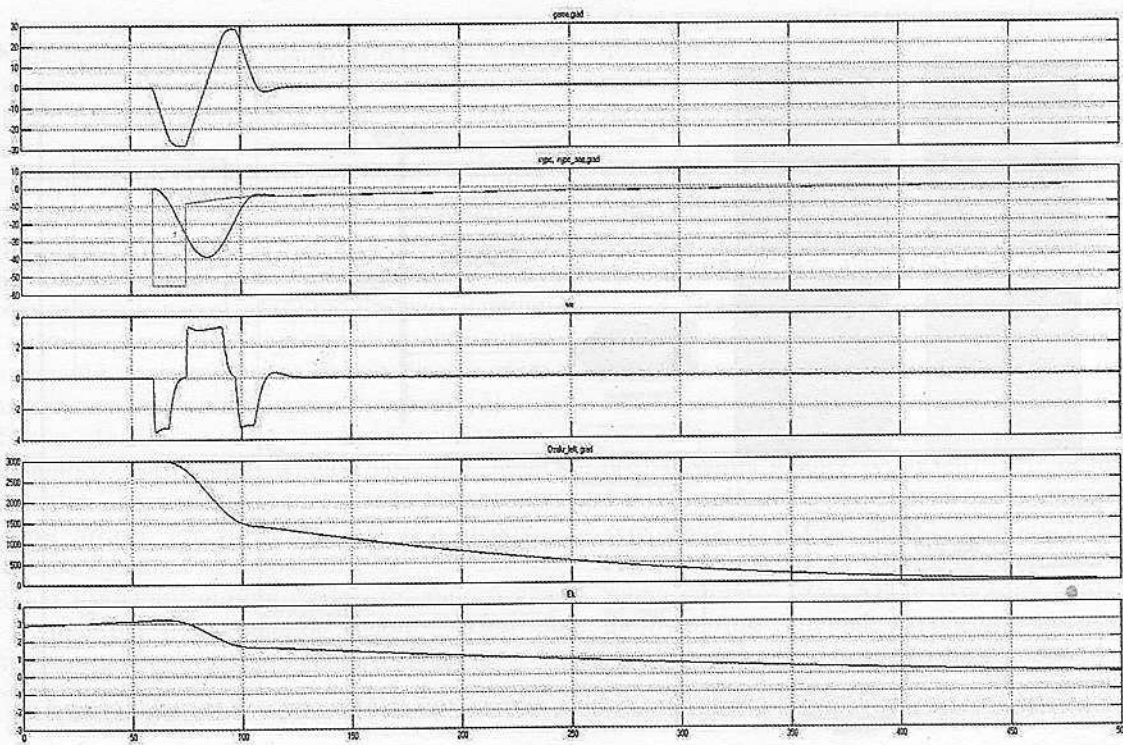


Рис. 4. Зображення результатів

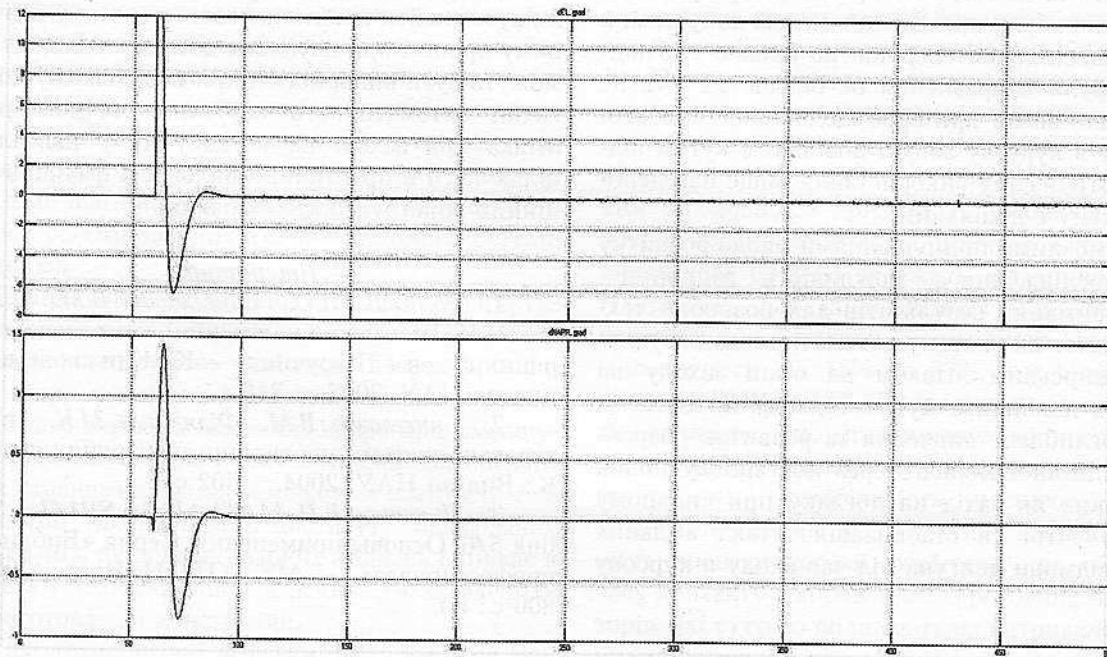


Рис. 5. Відхилення елеронів та руля напрямлення.

Зовнішній вигляд візуалізації, розробленої моделі зображений на рис. 6.

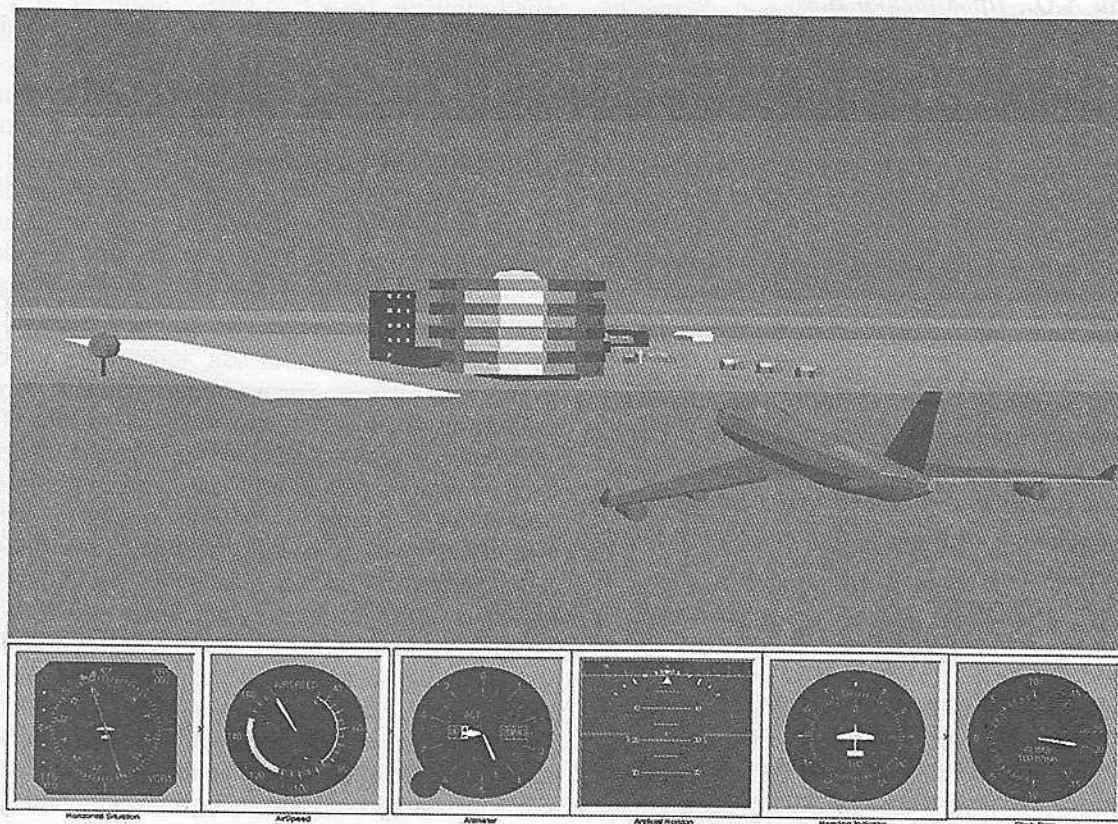


Рис. 6. Зовнішній вигляд візуалізації моделі.

Отже, як видно з отриманих результатів моделювання було проведено в межах допустимих значень (відхилення елеронів не більше $\pm 15^\circ$ відхилення руля направлення не більше $\pm 2^\circ$) та не перевищили вимог критерію щодо якості траєкторії заходу в курсову зону з довільним кутом підходу до ЗПС. Тому використання вище наведеного алгоритму є доцільним.

Прогнозними припущеннями щодо розвитку об'єкта дослідження є можливість запропонування отриманих результатів для розробки технічних вимог на систему автоматичного керування пасажирським літаком на етапі заходу на посадку з довільним кутом підходу до ЗПС. А також поглиблене вивчення та розвиток розробленої нелінійної моделі через постановку нових задач, таких як захід на посадку при сильному боковому вітрі та стабілізація літака в даних умовах, відмови двигуна під час входу в курсову зону.

Матеріали дослідження розробленої моделі можуть знайти практичне застосування у навчальному процесі при наукових дослідженнях, а також можуть бути використані при подальшому дослідженні автоматичного керування бічним рухом літака при заході на посадку як у навчальних цілях так і в практичній діяльності фахівців авіаційних конструкторських бюро.

Література

1. Рогожин В.О., Синеглазов В.М., Філяжкін М.К. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден : Підручник. — К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. — 316 с.
2. Синеглазов В.М., Філяжкін М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден. — К.: Вид-но НАУ, 2004. — 502 с.
3. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 800 с.: ил.

УДК 621.721.052:539.4.014

Перепічай А.О., Прохоренко В.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Україна, Київ

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КІЛЬЦЕВИХ ЗВАРНИХ СТИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРОПРОВОДІВ З ТРІЩИНОПОДІБНИМИ ДЕФЕКТАМИ В ШВАХ

Анотація

Визначена науково-технічна задача і показана її актуальність стосовно розробки алгоритму розрахунку з урахуванням залишкових зварювальних напружень залишкового ресурсу безпечної експлуатації кільцевих зварних стиків технологічних паропроводів з тріщиноподібними дефектами у вигляді непровару в корені зварного шва.

Abstract

The main problems that arise in determining the remaining life of welded joints with lack of penetration defect type at the root of the weld. Ob-grounded the importance of improving the method to calculate the safe operation have ex-technological steam pipelines with crack like defects in the welded seam in the ring.

Вступ

Технологічні міжцехові паропроводи нафтопереробних підприємств мають значну довжину, багато кільцевих зварних стиків, виконаних способом ручного дугового зварювання, і експлуатуються в умовах внутрішнього тиску нагрітої до 350°C пари та залишкових зварювальних напружень. У процесі експлуатації з різних причин навантаження не є постійним і, скоріше за все, його можна віднести до мало циклового. Крім того, як показують періодичні перевірки, кільцеві зварні стики в багатьох випадках суттєво пошкоджені наявними в них різними тріщиноподібними технологічними дефектами, які можуть призвести до руйнування і виходу паропроводу з режиму нормальної експлуатації. Особливо це стосується паропроводів, виготовлених понад 30 років тому з недотриманням технології зварювання і які вже відпрацювали свій нормативний термін експлуатації. Постає питання про визначення залишкового ресурсу безпечної експлуатації таких відповідальних конструкцій.