

УДК 629.735.072.8.08:681.3(045)

Н.В. Апенько, асп.

## СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ АВІАЦІЙНОГО ТРЕНАЖЕРОБУДУВАННЯ

Національний авіаційний університет  
E-mail: natysik19@mail.ru

*Розглянуто підготовку космонавтів, пілотів, операторів складних систем на діючих установках. Показано, що альтернативою цьому є створення авіаційних тренажерів та авіасимуляторів, які максимально наближені до існуючих установок і дозволяють набувати стійкі навички пілотування відповідних об'єктів.*

**Ключові слова:** авіасимулятор, авіаційний тренажер, система візуалізації.

### Постановка проблеми

Тренування космонавтів, пілотів, операторів складних систем на діючих установках та в реальних умовах дуже дороге і небезпечне.

Одним із найважливіших завдань підвищення рівня підготовки льотного складу авіації України є дослідження міжнародного досвіду розробки авіаційних тренажерів.

### Аналіз досліджень і публікацій

Всебічний огляд стану тренажеробудування, проблеми та перспективи його подальшого розвитку розгорнуто подано в роботах [1; 2].

Теоретичні та практичні аспекти розробки та експлуатації авіаційних тренажерів надано в роботах [3–5].

Особливості застосування та функціонування систем візуалізації авіаційних тренажерів висвітлено в роботах [6–8].

**Метою** роботи є:

- всебічний аналіз існуючих розробок авіаційних тренажерів та авіасимуляторів;
- проведення їх класифікації;
- оцінка головних показників якості функціонування установок для подальшого використання світового досвіду під час розробки нових зразків вітчизняних авіаційних тренажерів;
- удосконалення системи візуалізації (СВ) авіаційних тренажерів для підвищення достовірності та реалістичності відображення навколишнього середовища.

### Тренажеробудування

Тренажери, на яких проходять навчання космонавти, пілоти, оператори складних систем, мають бути максимально наближені до реальних установок.

Одним із найважливіших компонентів тренажерних комплексів СВ [1–2].

До СВ авіаційних тренажерів ставлять особливі вимоги [3–4]:

- достатньо докладна віртуальна модель об'єктів та навколишнього середовища (небо, зірки, водна і земна поверхня);
- якісна візуалізація, без сходинок на межах об'єктів, без зникнення або мигання дрібних деталей;
- робота в реальному режимі часу, тобто візуалізація сцени зі швидкістю, щонайменш 30 кадрів за 1 с;
- імітація погодних умов (дощ, сніг, серпанок, туман);
- імітація приладів і спеціальних засобів спостереження;
- імітація реальних умов роботи, що включають перешкоди, засвічення, відблиски, світлові та тіньові ефекти.

Перші цифрові СВ були розроблені в кінці 60-х років компанією General Electric (NASA II) [5].

Система NASA II заснована на системах скакуючого рядка, розроблених в університеті штату Юта в кінці 60-х років. Деякі з цих систем могли відображати 1000 або більше полігонів у реальному часі, але всі вони використовували прості моделі освітленості і забезпечували невисоку реалістичність.

Система NASA II мала архітектуру «процесор на кожен примітив». Кожен з її процесорів розкладав у растр один полігон на частоті розгортки зображення.

Використовуваний алгоритм сортування по глибині (depth-sort) є алгоритмом прямого трасування.

Подальший розвиток СВ збільшив реалізм сцени і зменшив відволікаючі увагу візуальні невідповідності шляхом впровадження таких особливостей, як візуалізація, без сходинок на межах об'єктів, без зникнення або мигання

дрібних деталей, туман і серпанок, точкові джерела світла, хмари і фільтровані текстури. При цьому ступінь деталізації сцени, що відображається, практично не змінювався.

Наприклад, СВ фірми Evans & Sutherland (1989) ESIG-1000 дозволяла відображати всього лише 2300 полігонів при частоті зміни кадрів зображення 60 Гц [6].

Великі зусилля багатьох компаній, зокрема Evans & Sutherland, спрямовані на розробку нових і поліпшення існуючих проєкційних систем авіаційних тренажерів [7].

Розробка авіаційних тренажерів вимагає високих витрат.

Наприклад, міністр промисловості Канади Тоні Клемент 31 березня 2009 р. заявив про намір уряду інвестувати близько 560 млн. доларів у створення авіаційних тренажерів для цивільної і військової галузі.

Реалізація проєкту, який отримав назву Falcon, покладена на канадську компанію CAE Inc.

За словами Клемента, керівництво Канади зацікавлене в розвитку технологій в аерокосмічній і оборонній сфері. Використання авіасимуляторів підвищить рівень безпеки під час підготовки пілотів, сприятиме економії палива і зниженню забруднення атмосфери. Інвестиції в розвиток продукції CAE дозволять компанії удосконалити існуючі зразки і розробити нові тренажери для інших типів літаків.

Канадська компанія CAE є одним зі світових лідерів у сфері створення авіаційних тренажерів і супутніх технологій.

Для цивільної та військової авіації компанією CAE розроблено більше 100 зразків такої продукції, плануються тренажери для вертольотів NH90, CH-47 Chinook, EH101 Merlin і Puma, а також військово-транспортних літаків C-130 Hercules. У числі її клієнтів близько 3500 авіакомпаній, виробників авіаційної продукції та інших організацій.

У даний час спільне підприємство CAE і Hindustan Aeronautics Limited (HAL) займається створенням навчального центру в індійському Бангалорі. На його базі можна буде готувати персонал вертольотів Bell 412 і Eurocopter Dauphin, а також HAL Dhruv індійського виробництва.

Розробкою авіаційних тренажерів займаються такі крупні виробники:

– Thomson Training & Simulation (Великобританія, США, Франція);

- Lockheed Martin (США);
- Wicat Europe (Франція);
- Drake Electronics Limited (Великобританія);
- Frasca International (США);
- CAE (Канада);
- Raytheon Aircraft Co (США);
- ТРАНЗАС (Росія).

Усі існуючі авіаційні тренажери можна розділити на два основні класи:

- програмні симулятори;
- тренажерні комплекси.

Велика кількість програмних симуляторів характеризується низькою реалістичністю, оскільки не дозволяє задіювати всі органи чуття і використовується в ігрових цілях для персональних комп'ютерів.

Наприклад, X-Plane 8.60-авіасимулятор пропонує десятки літальних апаратів і більше 18 тис. аеропортів у всіх куточках земної кулі. Рівень реалізму відповідає справжнім тренажерам льотних шкіл, а погодні умови моделюються на основі реальної погоди в точці польоту більше 40 засобів пересування, починаючи від вертольота Bell-206 JetRanger і закінчуючи надзвуковим пасажирським літаком Concorde. Спецпроцесор для візуалізації літальних апаратів дозволяє не тільки налагодити зовнішній вигляд літака, але і повністю змінити його «начинку».

У лютому 2009 р. австралієць Метью Шеїл (Matthew Sheil) зробив особистий авіаційний тренажер, витративши \$230 000.

Тренажер для виведення зображення, показаний на рис. 1, також виготовлений в Австралії приватною особою.



Рис. 1. Авіатренажер на базі п'яти моніторів

Обчислювальним центром у системі виведення зображення виступають три комп'ютери на базі процесора Intel Pentium 4 3,4 ГГц. Як симулятор віртуального пілота було вибрано Microsoft Flight Simulator 2004. Саме зображення віртуального польоту виводиться на три дисплеї, а останні два служать як додаткові.

Тренажерні комплекси мають вищу вартість (десятки мільйонів доларів), але і є реалістичнішими [8].

Європейський авіабудівний концерн Eurocopter спільно з Бразильською компанією Helibras в квітні 2009 р. на найбільшій у регіоні оборонній виставці LAAD-2009 показали перший вертолітний тренажер в країнах Латинської Америки для підготовки пілотів військово-транспортних вертольотів EC725 Cougar, який базується в Ріо-де-Жанейро (рис. 2).



Рис. 2. Тренажер для підготовки пілотів військових транспортних вертольотів EC725 Cougar

Нове навчальне устаткування допоможе бразильським військовим у підготовці льотчиків вертольотів EC725, які збиратимуться за ліцензією на одному з заводів Helibras в Бразилії.

Раніше, за даними Eurocopter, компанія відкрила серію аналогічних навчальних центрів для підготовки пілотів в Європі і США:

- для EC225 у Франції;
- для EC135 і NH90 в Німеччині;
- для EC135 в США.

У 1982 р. представництво Eurocopter було відкрите в Мексиці для роботи на ринках Центральної Америки, країн Карибського регіону, Колумбії, Венесуели та Еквадору.

У Росії також приділяється увага виробництву власних авіаційних тренажерних комплексів. Так, симулятор Су-27 вже використовується не тільки в розважальних цілях, але і в навчальних. Цей симулятор розташований на рухомій платформі, яка здатна нахилитися, вібрувати, змінювати кути напрямку руху (рис. 3).



*a*



*б*

Рис. 3. Симулятор Су-27:  
*a* – зовнішній вигляд;  
*б* – вигляд зсередини

Усередині авіасимулятор виглядає також, як і бойовий винишувач. Із трьох боків знаходиться екран, що проектує зображення навколишнього середовища. Усі прилади і механізми керування авіаційним тренажером Су-27 дієздатні і повністю відповідають кабіні реального літака.

Під час польоту на авіаційному тренажері на пілота надівають спеціальний костюм. Під час перевантажень у костюм подається кисень, стискаючи ноги пілота для того, щоб кров притікала до голови і льотчик під час перевантажень не знепритомнів.

За основу унікального симулятора, створеного фахівцями компанії Virpil, узятий графічний процесор від Eagle Dynamics, розробника відомих ігор LockOn і Digital Combat Simulator (симулятор вертольота Ка-50). Eagle Dynamics надала значну частину тривимірних ландшафтів, що імітують реально існуючу місцевість і аеродроми.

Розробники вважають симулятор Су-27 дослідним зразком і працюють над підвищенням реалізму нової моделі. Зокрема, новий тренажер буде не металевим каркасом з кокпитом усередині, а фрагментом літака з повноцінним ліхтарем, після закриття якого зверху насуватиметься відеосистема. Наявність ліхтаря – це одна з офіційних вимог до навчальних авіаційних тренажерів.

Відеосистема складатиметься з більшої кількості моніторів меншого розміру. Варіант створення стереоефекту заснований на принципі коліматора. Кабіна встановлюватиметься не на електричних, а на гідравлічних опорах, які відрізняються більшою довжиною ходу і швидкістю роботи. Таким чином, імітація перевантажень стане ще правдоподібнішою. Крім того, розробники планують приділити підвищену увагу поведінці літака в турбулентному повітрі.

### Висновки

Проведено всебічний аналіз існуючих у світі розробок авіаційних тренажерів та авіасимуляторів.

Зроблено їх класифікацію за основними показниками якості функціонування.

Виявлено пряму залежність якості підготовки пілотів від системи візуалізації тренажера. Це дозволить використовувати світовий досвід у подальших розробках вітчизняних авіаційних тренажерів, економити кошти держави на підготовку відповідних фахівців та підвищити її оборонну міць.

### Література

1. Зеленин В.М. Электронные тренажеры / В.М. Зеленин. – М.: Знание, 1986. – 64 с.
2. Авиационные тренажеры и системы управления воздушным движением: сб. науч. тр. – К.: КИИГА, 1989. – 111 с.
3. Башков Е.А. Генераторы изображения для авиатренажеров / Е.А. Башков, А.В. Казак // Заграничная радиоэлектроника. – 1984. – № 8. – С. 60–68.
4. Системы визуализации авиационных моделирующих установок (По материалам открытой иностранной печати) / сост. Л.Б. Беляев. – М.: ЦАГИ, 1985. – 68 с.
5. Bunker M. Evolution of GE CIG Systems, SCSD Document / M. Bunker, R. Economy. – General Electric Company, Daytona Beach, FL, 1989.
6. Evans & Sutherland Computer Corporation, The Breadth of Visual Simulation Technology, Evans & Sutherland Computer Corporation, Salt Lake City, UT, 1989.
7. Bruce D. Nordwall. Technology Ushers in a Simulation Revolution / D. Nordwall Bruce // Aviation Week & Space Technology. – January 15, 2001. – P. 450–452.
8. Система визуализации индуцированного виртуального окружения: состояние проекта / В.П. Алешин, В.О. Афанасьев, Д.А. Байгозин и др. // Сб. тр. 14-й Международной конф. «Графикон-2004». – М.: МГУ, 2004. – С.12–15.

Стаття надійшла до редакції 26.01.2012.