

УДК 519.816

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СЕМИОТИЧЕСКИ ВЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МЕСТНОСТИ ЗА КАБИНОЙ АВИАЦИОННОГО ТРЕНАЖЁРА**

**Роганов Владимир Робертович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и системы» Пензенский государственный технологический университет (440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: vladimir\_roganov@mail.ru)

**Есимова Нурзипа**, аспирант кафедры «Информационные технологии и системы» Пензенский государственный технологический университет (440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова / ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: nurzipa.esimova@mail.ru)

**Кувшинова Ольга Александровна**, аспирант кафедры «Информационно-вычислительные системы» Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (44, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, e-mail: oly791702@mail.ru)

**Аннотация.** В докладе рассматриваются методы моделирования узнаваемой модели заданного участка местности для экипажа летательного аппарата, проходящего обучение на авиационном тренажёре. Ранее поставленная задача решалась на ограниченном участке местности размером не более чем 15×15 км с моделью ВПП в центре. Причины – недостаточная производительность компьютерных генераторов изображения, недостаточное число исследований связанных с особенностями моделирования для экипажа летательного аппарата проходящего обучение на авиационном тренажёре визуально наблюдаемой модели трёхмерного пространства окружающего кабину авиационного тренажёра и ориентированность на использование методов моделирования для членов экипажа информационной модели местности с использованием имитаторов синтезирующих участки местности видимые через остекление кабины, на экране имитатора радиолокатора и на экране имитатора тепловизора.

**Ключевые слова:** авиационный тренажёр, обучение задачам самолётостроения, визуальная ориентировка, профессиональные навыки визуальной ориентированная во время полёта.

## **SOLUTION OF THE PROBLEM OF A SEMIOTICALLY RIGHT IMAGE OF THE AREA FOR THE CABIN OF THE AIRCRAFT SIMULATOR**

**Roganov Vladimir Robertovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department "Information Technologies and Systems" Penza State Technological University (Penza State University, 44a, 11a Baidukova / Gagarina St., e-mail: vladimir\_roganov@mail.ru)

**Yesimova Nurzipa**, graduate student of the department "Information Technologies and Systems" Penza State Technological University

(440039, Russia, Penza, Baidukova passage / Gagarina St., 1a / 11, e-mail:

nurzipa.esimova@mail.ru)

**Kuvshinova Olga Alexandrovna**, graduate student of the department “Information and Computing Systems”, Penza State University of Architecture and Construction

(28, German Titov St., Penza, 44, Russia, e-mail: oly791702 @ mail. ru)

**Annotation.** The report discusses modeling methods for a recognizable model of a given terrain for the crew of an aircraft undergoing training on an aircraft simulator. Previously, the task was solved in a limited area not exceeding  $15 \times 15$  km with a runway model in the center. The reasons are the lack of performance of computer image generators, the insufficient number of studies related to modeling features for the crew of an aircraft trained on a flight simulator of a visually observable model of three-dimensional space surrounding the cockpit of an aircraft flight simulator and the focus on the use of modeling methods for crew members of an informational model of the area using simulators synthesizing sections areas visible through glazing enclosure, on the radar screen of the simulator and on simulator screen Imager

**Keywords:** flight simulator, training in the problems of airplane navigation, visual orientation, professional skills oriented during the flight.

**Введение.** В настоящее время все члены экипажа летательных аппаратов в гражданской авиации и военные лётчики в обязательном порядке совершенствуют свои профессиональные навыки [1] при полётах на авиационных тренажёрах [2]. Первые авиационные тренажёры разрабатывались для обучения лётчиков удержанию летательного аппарата при маневрировании от сваливания в штопор. В настоящее время авиационные тренажёры используются для обучения членов экипажа пилотированию летательного аппарата в нормальных и предаварийных ситуациях и, достаточно часто, для решения задач самолётовождения при визуальной посадке на модель ВПП.

Авиационный тренажёр (Рис.1) это объединение в единый комплекс нескольких имитаторов, каждый из которых в режиме реального времени моделирует поведение конкретного узла летательного аппарата (в зависимости от управляющих воздействий членов экипажа на имитаторы органов управления) или состояние окружающей среды: модель атмосферы и модель трёхмерного пространства наблюдаемого через остекление кабины (синтезирует имитатор визуальной обстановки (ИВО)), видимой на экране имитатора радиолокатора (синтезирует имитатор радиолокатора (ИР)), видимой на экране имитатора тепловизора (синтезирует имитатор тепловизора (ИТ)). Обучение членов экипажа летательного аппарата решению задач самолётовождения при выполнении маршрутного полёта от одного поворотного пункта маршрута (ППМ) к другому разрешалось только при «полётах в облаках», или при отсутствии видимости земли. Такое положение соответствует

состоянию развития науки и техники конца XX века. Результат научно-технической революции выразившиеся в появлении:

–телевизионных экранов высокой чёткости с количеством пикселей более чем  $800 \times 600$  с прогрессивной разверткой (для сравнения, в устройствах индикации ОКУ авиационных тренажёров, выпускавшихся лидером советского тренажёростроения Пензенским промышленным объединением «Эра» использовались телевизионные экраны с разрешением  $640 \times 480$  пикселей с чересстрочной развёрткой);

–оптических узлов, позволяющих снизить стоимость безочковых систем моделирования 3Dизображения до цены не выше удвоенной стоимости обычного телевизора (для сравнения, себестоимость устройства индикации ОКУ выпускавшемся Пензенским промышленным объединением «Эра» составляла \$15000 USA);

–компьютерных генераторов изображения (КГИ) с производительностью до 300000 примитивов (для сравнения, первый КГИ «Аксай» в серийных авиационных тренажёрах имел производительность 1000 примитивов «грань» или 4000 примитивов «огонь»);

–появлении теории моделирования z-буфера, позволяющего более чем на 30% увеличить число визуальных примитивов за счёт удаления управляющего примитива «разделяющая плоскость».

Это в итоге привело к положению, когда большинство авиакомпаний мира считает, что при переучивании правого лётчика с одного типа летательного аппарат на другой достаточно провести необходимое число полётов на авиационном тренажёре нового типа летательного аппарата, без реальных полётов.

Однако существует один комплекс задач, которые в настоящее время на большинстве авиационных тренажёров не реализован. Речь идёт об обучении решению задач самолётовождения. Причин такого состояния несколько:

1)Заказчик требует от разработчиков авиационных тренажёров обучение экипажа летательного аппарат в учебных ситуациях аналог которых реально произошёл в реальном полёте и привёл к катастрофе, или обучение в которых на реальном летательном аппарате связано с риском (обучение взлёту-посадке на ВПП);

2)развитие науки и техники не в состоянии было обеспечить разработку имитаторов авиационного тренажёра или модели окружающего пространства, позволяющего отрабатывать профессиональные навыки самолётовождения, даже если такие ситуации в реальной жизни появлялись и приводили к катастрофам (считалось, что наземные службы всегда видят отклонение от маршрута и своевременно дают указания экипажу летательного аппарата куда надо лететь и что делать, когда связь отказала, как было с саратовским ЯК42 случайно нашедшего аэродром посадки при отказе электрооборудования не уточнено).

Реальная жизнь показывает, что ошибки экипажа при решении задач самолётовождения имеются, хотя частота их появления ниже, чем появление ошибок при пилотировании летательного аппарата, но они есть, и иногда они приводят к катастрофам. В связи с этим исследователями разных стран проводятся как теоретические исследования НИРы и НИОКРы по разработке отдельных узлов или модернизации существующих узлов авианосного тренажёра, направленные на добавление к учетным ситуациям связанным с пилотированием летательного аппарата учебных ситуаций связанных с решением задач самолётовождения. Авторами данной статьи проводятся работы в направлении исследований методов создания моделей узнаваемых участков местности района полётов размером не менее чем 400×400 км, с размещением на нём моделей реперных объектов позволяющих решать задачи самолётовождения добавляя их к известным задачам обучения пилотированию.

Основная часть.

В настоящее время считается, что имитаторы авиационного тренажёра моделируют для лётчика два типа информации: инструментальную – моделируют информацию о состоянии моделей основных узлов летального аппарата (работа двигателя, положение средств механизации крыла и т.д.) и информационную – вид модели участка местности над которым перемежается модель летательного аппарата. Считается, что лётчик получив необходимую информацию от имитаторов авиационного тренажёра и сравнив её с информационной моделью полёта (приобретённым ранее в течении всей жизни опытом, позволяющим правильно пилотировать летательный аппарат, например – при перемещении штурвала «на себя» летательный аппарат полетит вверх, а при перемещении «от себя» летательный аппарат полетит вниз) принимает необходимые управляющие воздействия для безопасного пилотирования летательного аппарата. Для реализации такой подход на практике, разрабатывались имитаторы авиационного тренажёра, синтезирующие изображения модели местности как оптико-программно-технические системы машинного синтеза изображения в реальном масштабе времени. Учитывая, что синтезируемую информацию получает человек, к такой система добавлялось определение «эргатические». При совершенствовании имитаторов авиационного тренажёра синтезирующих для лётчика инструментальную информацию всё внимание уделялось разработке всё более производительных КГИ или устройств индикации, позволяющие увеличить зрачок обзора (область пространства находясь в котором человек может видеть во время полёта на авиационном тренажёре узнаваемую трёхмерную модель местности). Качество новых ИВО. ИР и ИТ оценивалось в количественных значениях – максимально возможное число обрабатываемых примитивов (хотя упоминалось, что они могут быть визуальные,

непосредственно позволяющие членам экипажа летального аппарата видеть трёхмерную модель объекта и управляющие, решающие задачи по упорядочиванию вызова моделей объектов из базы данных КГИ, но при этом также потребляющие часть ресурсов КГИ).

Это привело к интенсификации работ по совершенствованию оптико-программно-технических узлов имитаторов авиационных тренажёров синтезирующих для лётчика трёхмерные и двухмерные изображения моделей объектов расположенных на подстилающей поверхности. При этом для обучения членов экипажа решению задач самолётовождения по-прежнему прилагалась использовать специализированные тренажёры для полёта по маршруту «в облаках» (Рис.2).



Рис.1 – Внешний вид пилотажного тренажёра лётчика без подвижности с трёхканальным устройством безочкового моделирования трёхмерного визуального наблюдаемого пространства для одного лётчика

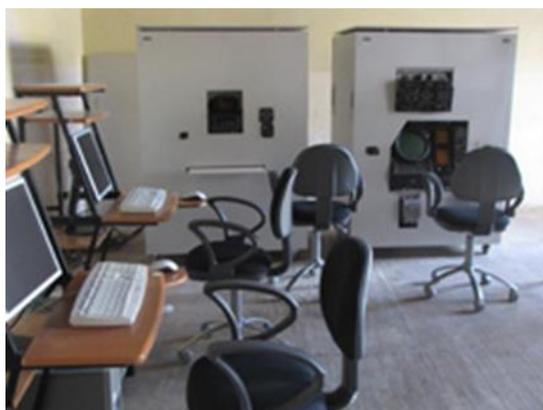


Рис.2 – Специализированный авиационный тренажёр для обучения лётчиков полёту в облаках с применением радиотехнических средств самолётовождения

Исследования показали, что известные методы разработки имитаторов авиационного тренажёра как узлов для реализации информационной модели полёта не совсем оправдывают себя. Во-первых, один из трёх имитаторов ИВО, ИР и ИТ, а именно ИВО реально является эргатическим. Назначение ИВО синтезировать для членов экипажа трёхмерное изображение внешней среды, видимое невооружённым глазом через остекление кабины с возможностью профессионально тренировать свой глазомер. Но в реальности устройства индикации (УИ) ИВО (существует два типа УИ – одноканальные безочковые и двухканальные с диспаратными очками) предоставляют возможность человеку рассматривать в реальном масштабе времени видеоряд двухмерных проекций трёхмерных моделей объектов, синтезируемый одним КГИ (или двумя КГИ) на плоском экране (или на экранах) формирования промежуточного изображения. При этом УИ имеют ещё одну функцию – они активизируют у человека строго заданные составляющие зрительного аппарата (при использовании одноканальных УИ это аккомодация и конвергенция, при использовании

двухканальных УИ это диспаратность). Именно за счёт активизации заданных особенностей зрительного аппарата подготовленного человека, он рассматривая видеоряд на плоском экране реально видит трёхмерное изображение.

Кроме этого определённые требования предъявляются к моделям реперных объектов расположенных в сцене визуализации. Как минимум модели реперных объектов должны быть видны под теми же телесными узлами, что и углы обзора УИ. При использовании одноканальных УИ в сцене визуализации должны быть подвижные объекты и строго регламентированные источники освещения.

В итоге вместо разработки методов реализующих информационную модель полёта, предложено разрабатывать методы реализующие модель когнитивного восприятия человеком синтезированного изображения. При этом к ИР и ИТ, предоставляющему экипажу летательного аппарата проходящего обучение на авиационном тренажёре предъявляется требование – обеспечить размещение соответствующих моделей реперных объектов в наблюдаемой части модели окружающей среды без отклонений от места расположения модели этого объекта видимого с помощью ИВО. Это предполагает в первую очередь создания семиотически верного прообраза местности заданной Заказчиком. Одним из методов её решения является первоначальная разработка плана местности с размещением на нём выбранных моделей реальных объектов, обеспечивающих решение задач самолётовождения при визуальном наблюдении за ними через окно кабины авиационного тренажёра.

Выводы.

Для модернизации авиационных тренажёров, при добавлении к обучению задачам пилотирования обучение решению задач самолётовождения необходимо применять методы разработки ИВО, ИР и ИТ, ориентированные на модель когнитивного восприятия человеком синтезированного изображения.

При разработке эргатических оптико-программно-технических систем синтезирующих для человека визуально наблюдаемые 3Dмодели необходимо на этапе разработки сцены визуализации размещать в них модели реперных объектов с учётом особенностей

#### Литература

[1] Allerton D.J., Spence G.T. “Wake vortex encounters in a flight simulator” in *Aeronautical Journal*. 2010. Vol. 114. N 1159. pp. 579-587.

[2] Авиационные тренажеры / А. А. Красовский, В. И. Лопатин и др. М.: Изд-во ВВИА им.: Жуковского, 1992.– 320 с.