

УДК 629.7.086

А.М. Пашаев, Р.Н. Набиев, В.З. Султанов, Г.Б. Бабаев

**ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ С УЧЕТОМ
ФАКТОРА ПАМЯТИ В АЭРОНАВИГАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ
ПОЛЕТОВ**

Рассматривается тренажерная и оперативная деятельность специалиста аэронавигационного обеспечения из аспекта влияния визуального восприятия и фактора памяти к процессам УВД в трехмерной (3D) среде. Были исследованы принципы базовой подготовки и в соответствии с ней, поэтапное разделение тренажерного процесса с использованием визуализации радиоинформационных полей и 3D-моделирование изображения, была предложена новая методология. В соответствии с новой методологией при тренажерной подготовке увеличиваются коэффициент восприятия процессов и вероятность принятия правильного решения, снижается фактор риска.

Аэронавигация; тренажер; моделирование; изображения; вероятность; риск.

A.M. Pashayev, R.Nabiyev, V.Z. Sultanov, H.B. Babayev

**THREE-DIMENSIONAL VISUAL REPRESENTATION AND FACTORS
OF HUMAN MIND IN AIR NAVIGATION SERVICES**

The article deals with the simulator and operations specialist navigation software aspect of the influence of visual perception and memory to process factor ATC three-dimensional (3D) environment. We investigated the principles of basic training and according to it the phase separation process using an exercise Radio and visualization fields and 3D simulation image modeling proposed a new methodology. Under this proposed new methodology in simulator training provides increased safety factor of perception processes and the probability of making the right decision, reduced risk.

Air navigation simulator; modeling; images; probability; risk.

Трехмерная (3D) визуализация данных имеет своей целью отображение абстрактных данных, которые, возможно, не имеют естественных представлений и они могут быть весьма сложными, содержат огромное количество элементов, выстроенных по некоторой иерархии лишенной какой-либо структуры. Эти факторы ускорили процесс разработки новых систем и подходов к трехмерной визуализации данных, что также важно при моделировании информационных полей, их визуализации объема контролируемого воздушного пространства и движения летательных аппаратов при управлении воздушным движением. Проведенные исследования и анализ [1, 2, 7, 8] показывают, что иногда специалисты не воспринимают глубоко те знания, которые считаются очень простыми. Но эти знания, как раз и являются основными базовыми знаниями в своих областях. Причиной этого может быть фактор субъективности. В зависимости от степени объяснения конкретных процедур и методов субъективность является основой человеческого фактора. С целью профилактических работ, объективного объяснения и осуществления метода подхода в этих случаях можно использовать процедуры запрограммированных и унифицированных форматов, которые получили рецензии экспертов в конкретной области [1–6].

Как видно из первичного анализа, трехмерная (3D) визуализация и фактор памяти позволяют решать существующие проблемы аэронавигационного обеспечения на фоне постоянно развивающихся и модернизирующихся авиационных технологий. Поэтому, принимая во внимание фактор памяти авиаспециалиста, а также в целях создания качественно нового уровня визуализации, большое значе-

ние имеет разработка новых методологий, которые в свою очередь развивают навыки восприятия трехмерной визуализации. С помощью предложенной методологии специалист сможет пройти тренажерную подготовку самостоятельно, в соответствии с требованием нормативных документов и без участия инструктора, а также они имеют возможность использовать необходимые материалы свободно и в достаточном качестве усвоения.

Фактор памяти, визуализация и разные методы презентации информации при аэронавигационном обеспечении очень серьезно влияют на качество выполняемых работ со стороны специалистов в области аэронавигационного обеспечения полетов, и в конечном итоге на обеспечение требуемого уровня безопасности полетов при управлении воздушным движением (УВД).

Анализ вышесказанного показывает, что коэффициент влияния на существующий фактор восприятия при моделировании очень высок, и поэтому визуальная информация имеет высокое качество. А это в свою очередь играет важную роль в системе поддержания профессиональных навыков для осуществления функций в аэронавигации, постоянно обеспечивающей заданный уровень безопасности, регулярности и экономичности полетов при УВД [7–9].

В этой работе исследуется влияние фактора памяти и качества визуализации на процессы тренировки и обучения сотрудников управления воздушного движения, а именно при тренажерной подготовке персонала УВД, а также оперативной деятельности специалистов аэронавигационного обслуживания.

Проблемы визуализации в многомерном пространстве во время производства полетов и процесса УВД, а также принятие правильных решений при обучении зависит от естественной и искусственной памяти обучающегося [8–10]. Искусственная память проще поддается накоплению информации и восприятию тренировочных процессов, как искусственный интеллект. С другой стороны, природа дала человеку сложную естественную память, которую воссоздать полноценно искусственно невозможно. В настоящее время сверхбыстрое технологическое развитие адаптирует биологические возможности человека к скоростному восприятию, запоминанию и принятию правильных решений.

Память весьма ненадежное хранилище содержимого, которое изменяется при воздействии внешней информации. Иногда возникает несоответствие между количеством информации и человеческой памятью. В этом случае, часть нашей памяти перепоручается современным техническим средствам и методам, которые могут быть использованы в оперативном отношении, когда это необходимо. Такой подход позволяет предотвращать перегрузки способности мышления мозга и дает возможность принимать более эффективные решения с использованием современных технологических методов. В результате качество и скорость выполнения работы увеличивается. Один элемент (событие) должен создавать в памяти более четкий и качественный эффект, чтобы вероятность сохранения информации в памяти была достаточно долгой.

Традиционно память делится на три типа: зрительная, слуховая и двигательная [8–11].

Зрительная память – преобладающая у человека, предназначена для сохранения и воспроизведения отдельных зрительных образов, воспринимается глазом; слуховая память – это хорошее запоминание и точное воспроизведение разнообразных звуков, воспринимается слуховыми органами, а двигательная память – умением быстро фиксировать и воспроизводить с достаточной точностью многообразные сложные движения, формируется двигательным умением и навыками.

Согласно принципам запоминания информации, различают мгновенную, оперативную (кратковременную), долговременную память [9–11].

Мгновенная память сохраняет информацию только в течение 0,25 (0,1–0,5) секунды. Она позволяет создавать связь между следующими временными интервалами.

- ◆ Оперативная (кратковременная) память существует в текущем времени. Ее объем меньше, чем объем долговременной памяти. Время обработки данных может составлять, как правило, до 20 секунд, не больше. Может составлять 5–9 единиц информации. Общая продолжительность оперативной памяти от нескольких секунд до нескольких дней.
- ◆ Долгосрочная память сохраняет в течение длительного времени ту информацию, которая была результатом неоднократного обзора окружающей среды, или тревожного события и обстоятельства, которая непосредственно имело воздействие на нервную систему.

Такое разделение может иметь различные подтипы. Например, существует память действий, образа: характерная, эмоциональная, случайная и не случайная, логическая, генетическая, вкуса, ощущения, чувства и так далее.

Практическая жизнь человека тоже создается 3-мерной визуализацией и фактором памяти (рис. 1). Особенно для аэронавигационных принципов, во время восприятия процессов, роль ключа играют наши чувства.



Рис. 1. 3-мерная визуализация и фактор памяти

Процесс писания с помощью символов является неотъемлемой частью человеческой деятельности и подвергался эволюции, в разное время.

Начиная с царапин и резьбы (рисунок, клинопись, наскальные изображения животных и людей и т.д.) на скале, или использование глиняных, деревянных и металлических дощечек, а позже кожи, папируса, пергамента и бумаги, все эти действия включают в себя записи от траектории движения пальцев (руки). В наше время все способы и средства, заменяющие ручки, клавиатуры – на сенсорные устройства с чувствительными экранами, а также новейшие способы визуализации не только на плоскости, но и в определенном объеме виртуального пространства являются способом и средством запоминания, и между ними существует тесная связь.

Следует отметить, что процесс писания это не просто процесс фиксации информации нашего мозга. Здесь может идти речь о сложной и непосредственной связи между движением пальца и мозгом человека. Указания и команды, переданные человеческими органами, такими как органы слуха, зрения или ощущения

новые возможности для более прогрессивного восприятия процессов со стороны специалистов. Технические средства имеют возможность зафиксировать (запоминать в неизменяемой форме) данные, которые загружают человеческую память, и при этом превращаются в близкого помощника специалистов аэронавигационного обеспечения полетов в период оперативной деятельности. При этом от оператора требуется выполнение адресации следуя принципам "библиотечного каталога". Но, с другой стороны, создаются серьезные барьеры между фактом и мыслями [8, 9, 12].

Память человека в большинстве случаев "не хочет" сохранять в полном объеме и в установленной форме получаемую информацию. Если в процессе деятельности информация, зафиксированная в слоях памяти, не используется, то со временем она подвергается стиранию или задвигается настолько далеко, что пропадает из «архива» памяти доступного изъятию человеком при необходимости. По мнению Эдисона «мозг человека не принимает одну информацию из тысячи, которую видят глаза (т.е. не хранит эту информацию)». По данным исследования, проведенного Д. Карнеги "Нервы, идущие от глаз к мозгу в 20 раз толще, чем от уха к мозгу, и таким образом несут больше информации". Это подтверждается народной поговоркой: "Лучше увидеть один раз, чем услышать сто раз" [7–9]. Значит, в любом случае, при восприятии и запоминании, визуальную память (зрительную память), особенно память 3-мерной визуализации среды можно считать наиболее эффективной.

Анализ вышеуказанного доказывает, что принципы 3D-моделирования аэронавигационного обеспечения в основном создают объемные визуальные эффекты и поэтому являются приоритетными. При УВД в целях обеспечения безопасности, экономичности и стабильности полетов это может сыграть важную роль в подготовке персонала.

По проведенным анализам направлений перспективного развития систем аэронавигационного обеспечения воздушного движения в соответствии с требованиями документа ICAO (International Civil Aviation Organization) – "Doc.9854. ATM operational concept 2005" [1; 2], определяются перспективные цели развития. Концепция для региона Европы – "SESAR Concept of Operations at a Glance" (EUROCONTROL) и концепция аэронавигационного обслуживания США – "NextGen (USA)" рекомендуют применение более современных методов по осмыслению 3-мерной визуализации в технологиях применяемых в аэронавигации [2–6].

Анализируя существующие модели диспетчерских тренажеров, в том числе Data Gen, Map Gen, Mosaic Gen, Basic and Advanced Training models, а также тренажеры, применяемые для лётного тренинга с учетом необходимости внедрения методов моделирования при аэронавигационном обеспечении воздушного движения, можно сделать вывод, что процесс обучения персонала ГА совершенствуется постоянно и это очень важно и необходимо. При этом для такого рода симуляторов процесс профессиональной подготовки диспетчеров и пилотов остается первостепенной задачей в ГА. Для повышения уровня качества усвоения необходимых программ требуется в абсолютном смысле новый подход и новая методология создания систем имитации процессов УВД в воздушном пространстве с применением объемной трехмерной визуализации среды контроля движения летательных аппаратов.

Как видно из рис. 3, для решения существующей проблемы в 3-мерном пространстве тренажерный процесс целесообразно разделить на два (а в перспективе на три) уровня. Разделение тренажерной подготовки в аэронавигационном обеспечении полетов на три уровня:

- ◆ PreTrenajor (Base Simulator);
- ◆ профессиональный ProfTrenajor (Advanced Model Simulator), а в перспективе;
- ◆ HoloTrenajor (Hologramic Simulator) уровни приведут к более эффективной и высококачественной фазе.

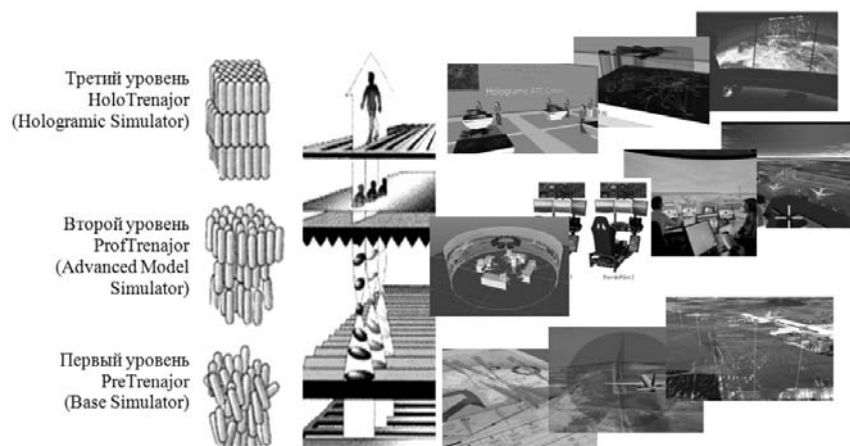


Рис. 3. Тренажерный процесс

По нашему мнению, после выполнения соответствующих работ по проектированию, изготовлению и проведению производственных испытаний системы симуляции типа HoloTrenajor (Holographic Simulator), она может успешно эксплуатироваться в производственном процессе и это будет началом нового этапа развития такого рода устройств с новыми качественными показателями, а именно максимальным коэффициентом мышления и профессиональной эрудицией.

Если рассмотреть вышеупомянутые проблемы с позиции временного изменения пространства [$3D(X,Y,Z)+1D(t) = 4D$], то получается при моделировании параметров аэронавигационного обеспечения в 4-мерной (4D) среде необходимо выполнение определенных условий.

Таким образом, предложенная методология при решении задач качественной тренажерной подготовки персонала с целью обеспечения безопасности полетов увеличивает коэффициент восприятия процессов и вероятность принятия правильного решения, а также ощутимо снижает фактор риска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Doc 9854. AN/458. Global Air Traffic Management Operational Concept. First Edition. ICAO, 2005. – 100 p.
2. Next Gen ATM Concept of Operations: ASAS-Reilant. Joint 5th ASAS TN2 Workshop & 2nd Fly Safe Forum. Toulouse France 2007. – 17 ps.
3. Next Gen 7th USA/Europe ATM R&D Seminar. USA Federal Aviation Administration. FAA, 2007. – 26 p.
4. SESAR. European Air Traffic Management Master Plan. Edition 1-30 March Brussels, 2009. – 152 p.
5. SESAR. Work Programme for 2008-2013 D6. (DLM-0710-002-02-00). Eurocontrol. Edition Brussels, 2009. – 124 p.
6. SESAR Definition Phase. The Concept of Operations at a glance (ConOps. DLM-0612-001-02-00). Eurocontrol. Edition Brussels, 2009. – 53 p.
7. Дейл Карнеги (Carnegie, Dale). Как выработать уверенность в себе и влиять на людей, выступая публично. (Ч. IV. Как улучшить память). – М., 2007. – 320 с.
8. Norman D.A. Toward a theory of memory and attention. – 1968. – 75 p.
9. Atkinson R.C., Shiffrin R.M. The control of short-term memory. Scientific American, 1971. – 225 с.
10. FBI – Federal Bureau of Investigation, PHD – Philosophy Doctor, TWA – Trans World Airlines, IBM - International Business Machines. <http://www.internetresim.net/vucudumuzdaki-anilmaz-guc-beyin>

11. The Brain as an Information Processing System Woody Allen. <http://www.willamette.edu/~gorr/classes/cs449/brain.html>
12. Память. <http://www.ru.wikipedia.org/wiki/память>.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Пашаев Ариф Мир Джалал оглы – Национальная академия авиации Азербайджана (г. Баку); e-mail: mail@naa.edu.az; AZ1045, г. Баки, пос. Bina, 25 km.; ректор; д.ф.-м.н.; академик АН Азербайджанской республики.

Султанов Валерий Зейнатдинович – e-mail: office@azans.az; зав. кафедрой аэронавигации; доктор философии по технике.

Набиев Расим Насиб оглы – e-mail: rasimnabiyev@yahoo.com; д.т.н.; начальник отдела авиационной электроники НИИ ТАП.

Искендеров Ислам Асад оглы – e-mail: islam.nus@mail.ru; зав. кафедрой «Авионика»; к.ф.-м.н.; доцент.

Бабаев Гусейн Баба оглы – e-mail: texzal@gmail.com; руководитель АС УВД, инженер по радионавигации, ЦЭРТОС и АС УВД, управления воздушного движения «Азераэронавигация».

Pashaev Arif Mir Jalal Ogli – National Aviation Academy of Azerbaijan (Baku city); e-mail: mail@naa.edu.az; AZ1045, Baku city, Pos Bina; rector; Academician of the Academy of Sciences of Azerbaijan Republic.

Sultanov Valeri Zeinadinovich – e-mail: office@azans.az; head of department of Aerodynamics; PhD.

Nabiev RAsim Nasib Ogli – e-mail: rasimnabiyev@yahoo.com; dr. of eng. sc.; chief of Electronic Aviation National Aviation Academy of Azerbaijan.

Iskanderov Islam Asad Ogli – e-mail: islam.nus@mail.ru; head of department Aveonica; cand. of phis.-math. sc.; associate professor.

Babaev Gusein Baba Ogli – e-mail: texzal@gmail.com; radionavigation engener, Air traffic control, Aviation National Aviation Academy of Azerbaijan.

УДК 681.3:519.168

С.Л. Беляков, А.В. Боженюк

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ*

Анализируются особенности применения графовых моделей при решении задач управления цепями поставок. Рассматриваются подходы к анализу темпоральных графов, описывающих цепи поставок. Вводится понятие синхронного дерева кратчайших путей. Приведены соотношения для оценки сложности алгоритма построения кратчайшего пути в графе, состоящем из совокупности деревьев кратчайших путей. Обсуждаются особенности представления сложных транспортных сетей экспертными знаниями в среде геоинформационных систем.

Нечеткий темпоральный граф; синхронное дерево кратчайших путей; геоинформационные системы; время достижимости; степень связности вершин графа; маршрутизация.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-01-00032-а, 11-01-00011-а.