

# СИМУЛАЦИОННОТО МОДЕЛИРАНЕ ВЪВ ВОЕННОТО ДЕЛО - СЪСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВИ

Валентин ПЕНЕВ

Развитието на информационните технологии вече достигна равнището, позволяващо на военните стратегии и тактики да провеждат битки на компютърния дисплей, без да напускат базите си. Средства за обучение и симулатори винаги са били използвани, но само до преди няколко десетки години те бяха механични устройства, позволяващи обучението на механик-водачи или оръдейни разчети. Бързият прогрес в компютърните технологии позволява да бъдат симулирани всички стадии и нива на съвременната високо технологична война.

Тенденциите в развитието и причините за все по-голямото използване на симулатори са общи за всички военнополитически съюзи. Вложените средства за съвременни симулатори намаляват значително летателните часове, спестяват гориво, намаляват моточасовете на бронираната и транспортната техника, съкращават времето, проведено в открито море на бойните кораби, спестяват средства при бойните стрелби. Масштабните учения, провеждани на големи площи, могат да бъдат съкратени до необходимия минимум, което от своя страна има както екологичен ефект – избягва се ерозията на почвата, така и чисто икономически – голяма част от площта на общоармейските полигони може да бъде освободена за граждански цели.

## **Области на приложение на военните симулатори и тенденции на развитието им**

Използваните симулатори в съвременните въоръжени сили могат да бъдат разделени на пет основни типа<sup>1</sup> - симулиране на подвижни платформи, ефекти от използването на оръжията, командни лаборатории, виртуални сражения, тренажори за обучение на техническия персонал.

### *Симулатори на подвижни платформи*

Исторически военновъздушните сили първи откриват възможностите на симулаторите за обучение на летни екипажи в управлението и придобиването на навици за действие в аварийни ситуации. През 1970 г. започва да се използва компютърна техника и оттогава симулаторите стават все по-добри и обхващат все по-големи области от използването на летателната техника. Екипажите имат възможност да придобиват навици за излитане, приземяване и бойно маневриране. Макети на полетни кабинни са монтирани на хидравлични платформи, които могат с голяма точност да пресъздават положението на летателния апарат в тримерното пространство с шест степени на свобода, включително могат да бъдат симулирани и някои краткотрайни ускорения.

При симулирането на борбата с подводници и системите за ранно предупреждение от въздуха е възможно да се симулира цялата кабина с цел обучение на екипажа, изпълняващ определена мисия, а не отделни места на оператори. Тези ранни симулатори са били твърде скъпи и определено са имали ограничен набор от сценарии. Разбира се, в началото филмирани изображения на околната среда са прожектирани на специални екрани. В момента този подход се счита за остарял и симулирането на ландшафта се извършва посредством компютърна анимация. Така се повишава гъвкавостта на задачите, които могат да бъдат решавани посредством тренажора. Преимуществовата на компютърната анимация се състоят в това, че можем произволно да променяме траекториите на движение на всички обекти в сценария.

В началото на 70-те години е съществувал съществен технически проблем за реално изобразяване на съседни самолети. В момента могат да бъдат симулирани въздушни боеве, ефектите от използване на въоръжението, както и групови полети в безкрайно множество от тактически сценарии. В края на 90-те години може да се каже, че полетният симулатор е заменен с симулатор на мисия, който включва в себе си първия и е с много по-големи възможности. Целият профил на мисията може да бъде симулиран от брифинга и излитането, през атаката, до обратния полет към базата. С подходящ софтуер, разработен на базата на съвременни и високоефективни математически методи, може да се планира мисията. Например какви и колко противници ще участват, каква е тяхната степен на подготовка, може да се избере ландшафтът, върху който се провежда мисията – зима, лято и т.н. Огромно количество информация от проведената симулация на мисията може да бъде съхранено с цел по-нататъшен анализ.

Много от технологиите на цифрово изображение в симулаторите на военновъздушните сили се използват и за създаване на подобни симулатори за

бронетанкова техника. В момента може да се обучава не само екипаж на танк, а формирования като взвод, рота и батальон.

#### *Симулатори на ефекти от използването на оръжията*

Според военните експерти общата ефективност на обучението на наземните сили значително се повишава с въвеждането на симулатори на ефектите от използване на стрелковото и ракетното въоръжение, в които се прилагат най-новите постижения на лазерната технология. От 1980 г. в Националния център за обучение на американската армия Форт Ъруин, Калифорния, се използват подобни симулатори, чрез които може да се обучава съставът на формирования до бригада. Тази концепция е внедрена от британската, германската, шведската и френската армия. Подобна система включва лазерни симулатори на използваните оръжия и лазерни детектори, които се прикрепят на всеки боец, на всяка единица бойна или транспортна техника. Попадението с лазерния симулатор активира система, която съобщава на екипажа за поражението, и система която изпуска дим, с цел да се покаже на атакуващия нанесеното от него поражение. За симулирането на ефекта от използването на противотанковите ракети, противотанкови и далекобойни оръдия се използва сателитна връзка. Подобни системи се използват и във военновъздушните сили. Наземни радиолокационни станции отследяват маньоврите на самолетите в примерното пространство и позволяват да се симулира ефекта от използването на управляеми ракети и оръдия. Специални високоскоростни сателитни връзки осъществяват обмена на данни между участниците в симулираната битка, а също така и до командните пунктове на подразделенията. В момента, въпреки определените технически трудности, се отделят големи средства за създаването на подобни системи и за военноморския флот.

#### *Симулатори на командни лаборатории*

Старшите командири и щабовете на сухопътните войски, военновъздушните сили и флота отдавна използват симулационни устройства за провеждане на командни и комуникационни учения. Например в британската армия се използва симулатор на команден и комуникационен пункт на бригада. Подобни симулатори се използват и от командването на военновъздушните сили на САЩ. Повече от страните, членки на НАТО, разполагат със симулатори за обучение на командния състав на бойните си кораби. Подобни симулатори могат да бъдат стратегически и тактически.

#### *Симулатори на виртуални сражения*

Нарастването на изчислителната мощност на компютрите, тяхната миниатюризация и увеличаването на пропусаемостта на цифровите комуникации ще

позволи обединяването на изброените три типа военни симулатори в цялостна система, наречена виртуална битка.

### *Тренажори за обучение на техническия персонал*

Нарастващата сложност на използваната военна техника поставя високи изисквания пред обслужващия и ремонтен технически персонал. Поради тази причина се използват различни тренажори за обучение на техническите специалисти. Пример за това е последователността на действие на наземния състав за предполетна подготовка.

### **Използването на симулатори в българската армия - проблеми и възможности**

Областта на приложение на компютърните симулатори за персонални компютри в България е малка, но ще нараства. За сегашните условия в страната персоналният компютър е единствената реалната възможност за създаване на симулатор. Според разгледаната класификация симулаторите се разделят на пет основни типа. Всеки един от тези типове симулатори може да бъде реализиран на персонален компютър, макар не и в най-съвременната му версия. Освен това на персоналният компютър може да се използват графика и звук с много добро качество за създаване на специални ефекти, които увеличават реалността на сцената. Подобна виртуална реалност се постига с помощта на SDK за генерация на графика и звук. Само преди няколко години голяма част от симулаторите работеха в средата на MS DOS и бяха с графика, използваща 256-цветния режим с разрешаваща способност 200x320 VGA адаптера. Microsoft Windows предложи една уникална възможност за използване на по-съвършени адаптери за дисплея - разрешаваща способност по-голяма от 640x480 при повече от 256 цвята. Освен това Windows поддържа устройства като CD-ROM и звукови карти, вследствие на което се подобряват качествата на симулаторите.

### *Основни елементни особености на компютърните симулатори*

От краткия обзор на съвременните компютърни симулатори на подвижни платформи, които се явяват най-сложни за техническо реализиране, може да се направи изводът, че те имат общи елементи - компютър, на които се извършва математическото моделиране на динамичните характеристики на "участниците" и визуализацията на сцената и интерфейс за обратна връзка с управляващите органи и приборите за индикация. Използванията програмен продукт трябва да изпълнява следните функции<sup>2</sup>:

- Определяне на траекторията на движение на платформата съобразно нейните динамични характеристики.<sup>3</sup>

- Закон за управление на платформата или реализация на обратната връзка с оператора.<sup>4</sup>
- Правилата, определящи тактиката и стратегията на платформата.
- Изобразяване на всички подвижни платформи и ландшафта от няколко гледни точки в реално време и тримерно пространство с необходимото качество на изображението.
- Изобразяване или поддържане на контролния панел на оператора.<sup>5</sup>
- Използване на звукови ефекти с цел максимална реалистичност.
- Запис на всички необходими параметри на поведение на оператори, платформи и т.н.
- Оценка на поведението на оператора.

Проектирането на симулатор започва с определяне на централната тема, която показва на какво е посветен даденият симулатор, например морски военен симулатор или симулация на сражение между вертолети. Тя определя и методите на програмиране, използването на двумерна или тримерна графика, видеосигнал и звукови ефекти, правещи симулатора по-реалистичен. Графичната реалност и звуковите ефекти имат решаващо значение в симулаторите от първите два основни типа, за разлика от тях симулаторът тип “военна лаборатория” не се нуждае от максимален реализъм; тук по-скоро има опростено и схематично изобразяване на събитията, което позволява да се съсредоточи вниманието върху стратегията, а не върху изобразяването на събитията в реално време. Отчитайки многообразните изисквания към различните типове симулатори, може да се каже, че графиката и звуковите ефекти са най-важните компоненти на симулаторите и те отнемат по-голямата част от изчислителната мощност на компютъра. В зависимост от централната тема на симулатора се определят следните характеристики на симулатора:

- Точност на моделиране на динамичните характеристики на подвижните платформи.
- Определяне начина за достигане на успеха<sup>6</sup>. В симулатора от тип “ефекти от използване на оръжията” целта може да бъде унищожение на максимален брой противникови играчи, а в обучаващия тренажор за технически персонал – броя правилни отговори. При имитация на вертолетен бой се цели изпълнение на мисия над вражеската територия, унищожение на зададени цели и оцеляване след завръщане.
- Отчитането на резултатите от действията на оператора и техният анализ са едни от най-важните компоненти на симулатора. Операторът е длъжен да знае, че ще получи възнаграждение, когато изпълни поставената задача. В

повечето симулатори се извежда списък на най-добрите оператори и техните резултати.

- Съществено значение има обратната връзка с оператора. Симулаторът е длъжен да имитира всички органи на управление и прибори за контрол, например щурвал, управление на режима на работа на двигателите, ъглово положение в пространството, разстояние до целта и т.н. В симулатора от тип “ефекти от използване на оръжията” се показва количеството на останали боеприпаси и тримерен вид на бойната обстановка, в имитатора на полета обратната връзка се поддържа чрез детайлен тримерен вид на кабината на летящия обект и тримерен вид на бойната обстановка.

Работата със симулатора трябва да е максимално близка с тази на реалния обект. Потребителят е длъжен да знае как практически се работи със симулатора. В имитатори на полета самолетът се управлява от реалната кабина или с помощта на клавиатурата или с джойстик, а контролният панел и вид извън кабината дават възможност на оператора да определи дали пилотира правилно. Всички компютърни симулатори са основани на визуални ефекти от компютърна графика, посредством която изразяват централната тема и създават илюзия, необходима за поддържане в потребителя на чувство за присъствие в симулираното пространство. Компютърните симулатори използват няколко начина на графично приложение:

- Двумерна графика. Този начин включва точки, линии, контури и запълнени фигури (правоъгълници, многоъгълници и елипси) в плоскостта. Много прости симулатори са реализирани почти изключително на двумерна графика. Приложният програмен интерфейс на Windows (API) осигурява набор от функции за двумерна графика.
- Тримерна графика. При този способ се използват двумерни проекции на тримерни обекти. Един от подходите се състои в описание на тримерния обект от множество гладки повърхности (определени многоъгълници), които представляват граница на обекта. Затова математическите алгоритми се използват за построяване на двумерни проекции на обекта в зависимост от положението на точката за наблюдение. Двумерната проекция също се явява набор от цветни многоъгълници, които се изобразяват с помощта на стандартните примитиви на двумерната графика. Компютърните симулатори често включват много тримерни обекти и изискват тези обекти да се прерисуват много пъти в секунда, което може да се окаже невъзможно за обикновените компютри. Това може да се преодолее, като се използва ограничено число тримерни обекти и всеки обект се представя с възможно най-малък брой плоскости.

- Изобразяване на растерни изображения и тяхната обработка. Растерно изображение е двумерен масив от точки, в който всяка точка се изобразява с определен цвят и която може да представлява сложна рисунка. Растерните изображения активно се използват от разработчиците на симулатори, след използване на скенер за оцифроване на картини и използването им в качеството на графически елементи в екрана на симулатора. Обработката на растерните изображения включва тяхното мащабиране и въртене. Анимацията на растерните изображения означава преместване на едно изображение относително друго, без да се нарушава фоновото изображение (друга техника, използвана в компютърните симулатори). Windows API включва в себе си функции за изобразяване и обработка на битови карти (bitmaps) - правоъгълни масиви от точки.
- Звукът се явява вторият след графиката елемент, който придава живот на компютърния симулатор. За съжаление повечето персонални компютри имат ограничена апаратна поддръжка за генерация на звук. Динамиката на стандартния персонален компютър може да генерира само един тон в един момент от времето. Windows API поддържа възможност за генерация само на един тон в един момент от времето. Затова повечето компютърни симулатори могат да генерират по-сложен звук (включвайки синтезиран глас и музика), използвайки допълнителна звукова платка, монтирана на свободен слот на компютъра. Тези звукови платки включват в себе си апаратура, необходима за генериране на сложни звуци. Windows 3.1 и Windows 95 поддържа тези допълнителни звукови платки.

Повечето от съвременните компютърни симулатори не работят в средата на Windows, защото са се появили преди широкото разпространение на Windows и още не са адаптирани към нея. Другата причина се заключава в това, че Windows добавя апаратно-независимо ниво във функциите си за използване на адаптера на дисплея, клавиатура, мишка и др. Апаратната независимост позволява да се пише едно приложение, което може да работи на много персонални компютри с различна конфигурация на апаратното осигуряване, но едновременно забранява достъпа към регистрите и портовете на дисплейния адаптер. Основната част от симулаторите са способни да осигурят бърз изход на екрана само затова, че управляват непосредствено адаптера на дисплея. Много е сложно да се пренесе такъв симулатор в Windows и да се достигне същата производителност както в средата на DOS. Този недостатък постепенно изчезва след повишаване на производителността на процесорите и адаптерите на дисплея и използването на специализирани библиотеки, които са разгледани по-долу.

За реализиране на ефективна графика в компютърните симулатори е необходимо да се използва цвят. Допълнителната памет в картите VGA обезпечава видеорежими, включващ един с 256 цвята при разрешаваща способност 640x480 и много други с различни комбинации от разрешаваща способност и количество цветове. Тези т.н. SVGA карти трудно се поддържат в средата на DOS вследствие на нестандартните видеорежими. В средата на Windows проблемът за поддръжката се решава тривиално. Така както Windows-приложенията имат достъп към адаптера за дисплей чрез драйвер, Windows може да използва SVGA картата в желан от поддръжаните от нея режими, ако производителят на картата предостави драйвера за нея. Затова в Windows може спокойно да се създават симулатори за режимите на SVGA картата. В действителност много системи сега поддържат и други видеоадаптери, такива като XGA и графически ускорители, които са проектирани за поддръжане на бърза графика в средата на Windows. Апаратната независимост на Windows позволява Windows-симулаторите да поддържат тези нови адаптери така просто, както и стандартните VGA адаптери.

Започвайки с версия 3.1, Windows поддържа мултимедия - набор от възможности за входа и изхода, включващ аудио и видео информация, която се обработва от стандартните устройства - клавиатура, мишка и графичен дисплей. Windows включва драйвери за такива мултимедийни устройства като CD-ROM, звукова платка и видеоманетофон и съответните приложни програмни интерфейси (API) за управление на тези устройства.

### **Новите възможности, предложени от Microsoft**

Фирмата Microsoft предложи библиотеката DirectX 3<sup>7</sup> с цел създаване на симулационни приложения, работещи в средата на Windows, които съперничат или превъзхождат приложенията, работещи под MS-DOS и на игрови конзоли. Осигурявайки една робастна, стандартизирана и добре документирана работна среда, Microsoft предостави на разработчиците на компютърни симулатори и игри огромни възможности за проектиране на мощни графични приложения в реално време. DirectX 3 технологията ще помогне за изграждането на следващото поколение компютърни симулатори и мултимедийни приложения. Този раздел разглежда две важни предимства от използването на DirectX 3: осигуряването на хардуерна независимост за разработчиците на софтуер и основните му възможности за реализиране на сложни графични приложения, работещи в реално време.

#### *Предимства на разработването на Windows приложения с DirectX 3*

Основните цели на DirectX 3 са да осигури достъп до възможностите, използвани с MS-DOS, да достигне или да подобри работата на конзолните



приложения на MS-DOS и да премахне пречките за хардуерно подобрене на персоналния компютър. DirectX 3 снабдява приложенията на Windows с мощен достъп в реално време до наличния хардуер на дадената или бъдещата компютърна система. DirectX 3 осигурява съгласуващ интерфейс между хардуера и приложенията, редуцирайки сложността на инсталацията и конфигурацията и използвайки хардуера с неговите най-големи предимства. Един мощен симулатор, работещ под Windows, ще използва предимствата на следните технологии:

- Хардуерни ускорители, проектирани специално за подобряване на визуализацията;
- Plug и Play възможности и пълна съвместимост в средата на Windows;
- Коммуникационни услуги, вградени в Windows, включително DirectPlay.

SDK DirectX3 включва следните основни компоненти: DirectDraw, DirectSound, DirectPlay, DirectInput, DirectSetup, AutoPlay. В статията са разгледани само част от тях, които имат пряко отношение към изграждането на симулатори.

### *DirectDraw*

DirectDraw осигурява най-бързия начин за показване на графики на екрана. Той е съставна част на Windows за 2D графики, 3D графики и видео. DirectDraw съставя и мести образи много бързо и може да използва флипинг за плавна анимация. Тази комбинация от способности позволява да се създават скоростни игри и мултимедийни приложения и да се приспособяват съществуващите към Windows бързо и лесно. DirectDraw е също съставна част на всички най-нови графични системи на Microsoft. Може да се използва за бързо интегриране на изображения, генерирани от Windows GDI, Direct3D, ActiveMovie и OpenGL. DirectDraw е тънък слой над хардуера на дисплея, който позволява лесно да се използват предимствата на мощните съставни части на графичните ускорители, проектирани за Windows, включително високоскоростен blitting, приблизително мащабиране и припокривания. Той също така поддържа конверсия на цветното пространство, позволявайки ускорен видео плейбек. Подобно на Direct3D, DirectDraw е независим от устройствата начин за комуникация на приложенията с хардуера. В рамките на операционната система MS-DOS на Microsoft беше необходимо да се оптимизира кода за всяко целево устройство. С DirectDraw обаче може да се достигне висока производителност, съгласувано с целия хардуер, който ускорява DirectDraw. DirectDraw е приложен програмен интерфейс (ППИ), основан на съставен обектен модел (COM). Microsoft вече вгражда DirectDraw в следващите версии на Windows.

## *Direct3D*

Библиотеката на Microsoft от развити 3D-графични решения включва Direct3D и OpenGL приложни програмни интерфейси. Direct3D е 3D технология, работеща в реално време и предназначена за потребители на персонални компютри и Интернет. Преди всичко Direct3D е проектиран за ускоряване. Direct 3D осигурява ППИ и независимост от устройствата, изисквана от потребителите, дава общ модел на драйверите за търговците на хардуер, позволява 3D решенията да бъдат предлагани от производителите на персонални компютри и улеснява крайните потребители в добавянето на 3D към техните системи. Тъй като системата изисква малко памет, тя работи добре на повечето основни компютърни системи. Direct 3D е пълен набор от услуги за 3D-графики в реално време, който осигурява пълния набор от 3D-поддържащи възможности - трансформиране, осветяване и растеризация, и ясен достъп до хардуерния ускорител. Услугите на ППИ включват интегрирани високонивов и нисконивов - пряк ППИ и поддръжка за други системи, които могат да използват Direct3D за получаване на достъп до ускоряването на хардуера. Direct3D е напълно мащабируем, позволявайки всички или част от 3D-поддържащите възможности да бъдат ускорявани чрез хардуер. Direct3D разкрива напредналите графични възможности на 3D хардуерните ускорители, включително z-buffering, antialiasing, alpha blending, mipmapping, atmospheric effects, и perspective-correct texture mapping. Тясното интегриране с други DirectX технологии позволява на Direct3D да дава такива съвременни възможности като video mapping, хардуерна 3D-поддръжка в 2D припокриващи се плоскости - и дори sprites - осигурявайки съвместно използване на 2D и 3D графики в заглавията на интерактивни среди. Direct3D може да работи в два коренно различни режима: високонивов - retained ППИ, при който приложението запомня графичните данни, и пряк - immediate, нисконивов ППИ, при който приложението изцяло насочва данните към изпълняващия буфер. Следващите раздели описват основните особености на изброените два режима на Direct3D, както и хардуерната абстракция и емуляция, достъпна чрез Direct3D.

### *Високонивов режим*

ППИ на високонивовия режима на Direct3D е проектиран за управление на 3D обекти и поддръжане на 3D сцени. Режимът с памет улеснява добавянето на 3D възможности към съществуващи Windows приложения или създаването на нови 3D приложения. Неговият вграден геометричен механизъм поддържа специални възможности, като анимация на ключови рамки и не налага създаването на бази данни и поддръжане на вътрешни структури на обекти. С други думи, след използването на единично зареждане на предварително дефиниран 3D обект приложението може да използва прости методи от ППИ за

управление на обекта в сцената в реално време, без да е необходимо да се работи явно с каквато и да е вътрешна геометрия. Високонивовият режим е изграден върху прекия режим и е тясно свързан с ППИ интерфейса на DirectDraw. Microsoft вече вражда този режим в следващите версии на Windows.

### *Пряк режим*

Прекият режим на Direct3D е ниското ниво на 3D ППИ на Microsoft. Той позволява да се приспособяват игри и други високопроизводителни мултимедийни приложения към операционната система Windows. Прекият режим е тънък пласт над хардуера на 3D ускорителя за реално време, който дава достъп до възможностите на този хардуер. Той също така предлага оптимална софтуерна поддръжка за някои хардуерни възможности, които липсват. Прекият режим дава свободата да се използват собствени технологии за поддръжка и управление на сцени. Той е един независещ от устройствата начин за комуникация на приложенията с хардуерния ускорител на ниско ниво, позволяващ максимална производителност. За разлика от режима с памет, прекият режим не осигурява геометрично задвижване. Приложенията, които използват прекия режим, трябва да осигурят собствено управление на обектите и сцените. Следователно трябва да се познава програмирането на 3D графики, за да се използва ефективно прекия режим. Direct3D е основан на OLE съставен обектен модел и е тясно свързан с DirectDraw. Microsoft ще вгради Direct3D в бъдеща версия на Windows.

### *Хардуерна абстракция и емуляция*

ППИ на Direct3D (подобно на останалата част от ППИ на DirectX) е изграден върху един пласт от хардуерна абстракция (ХАП), който ви изолира от специфичните за устройствата изисквания на хардуера. Съпътстваща част на Direct3D ХАП е слой за емуляция на хардуера (СЕХ). СЕХ на Direct3D осигурява софтуерна емуляция на възможности, които липсват в хардуера. Комбинацията на тези слоеве за абстракция и емуляция на хардуера ви дава сигурност, че услугите на ППИ са винаги достъпни за вас. ХАП на Direct3D е тясно свързан с ХАП на DirectDraw и с драйвера на GDI дисплея, давайки на производителите на хардуер единствен съгласуван интерфейс към графичните ППИ на Microsoft и дългосрочен унифициран модел на драйвер за ускорено 3D. Производителите на хардуер трябва само да напишат един единствен драйвер за ускоряване на Direct3D, DirectDraw, GDI и OpenGL. Хардуерът може да ускорява всички или част от набора функции, поддържащи 3D-графичните възможности, включително геометричните трансформации, 3D припокриване, осветяване и растеризация. ХАП на Direct3D е проектиран да приспособява бъдещи графични ускорители в добавка на съществуващите днес.

### *DirectSound*

DirectSound позволява включване на голям набор от звукови ефекти в приложенията. Може да се избира източник на звука, продължителност на проиграването, включване на доплеровия ефект от звука на подвижен обект, избор на режима на работа – моно или стерео и др. При това качеството на възпроизведения звук е отлично и отговаря на съвременните стандарти.

### **Заклучение**

Ползата от използване на симулатори в процеса на обучение на бойния и техническия състав не се поставя под съмнение от командването на Българската армия. При добра организация на отношенията между фирмите, занимаващи се с проектиране, и възложителя, респективно Министерството на отбраната, в България могат да се достигнат много добри резултати в развитието на това перспективно направление. За тази цел е необходимо да се осъвремени нормативната база за съставяне на тактико-технически задания, проверка на резултатите, получени от разработчика, и тяхната приложимост в реалния процес на обучение в армията.

---

<sup>1</sup> *Global Defence Review* (1977), 152-154.

<sup>2</sup> Valentine Penev, "Trends in the development of simulators of guided weapons," *Proceedings of the 1996 AFCEA-Sofia Seminar* (Sofia: September 1996), 78-81.

<sup>3</sup> Valentine Penev, "Fuzzy guidance controller for paraglider," *"Five Fuzzy days" International Conference on Computational Intelligence* (Dortmund, Germany: 28-30 April 1997).

<sup>4</sup> V. Penev, P. Koprinkova, and G. Georgiev, "Fuzzy guidance controller for antitank wire guided missile," *5th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing EUFIT'97* (Aachen, Germany: 8-12 September 1997), 1370-1373.

<sup>5</sup> Valentine Penev, "Fuzzy guidance controller for paraglider," *Доклади на БАН* (to appear).

<sup>6</sup> V. Penev, P. Koprinkova, G. Georgiev, "Fuzzy controller for antitank wire guided missile," *INCON'97* (Sofia: 13-15 October 1997), 63-65.

<sup>7</sup> *Microsoft DirectX 3 Software Development Kit*.

VALENTINE PENEV: Born 1960. M.Sc. (1986, Automatics and Telemechanics) from the Technical University of Tula, Russia. Ph.D. (1992, Fuzzy sets in digital control systems) from the Robotics and Control Systems Research Center at the Bulgarian Academy of Sciences. Senior Research Fellow with over forty publications in the field of intelligent technology engineering - fuzzy control, fuzzy reasoning, signal processing, and neuro-like structures. Software realization of a paraglider simulator and the simulator "Fagot" for ATGMs under Windows95, Windows 3.1x and DOS for PC. Address for correspondence: Institute of Control and Systems Research, Bulgarian Academy of Sciences, Acad.G.Bonchev Str., Bl.2, Sofia 1113, Bulgaria. E-mail: apsau@bgcict.acad.bg