

*Анатолій Йосипович Дерев'янчук (канд. техн. наук, професор, професор кафедри)
Денис Русланович Москаленко (аспірант)*

Сумський державний університет, Суми, Україна

ЗАГАЛЬНИЙ МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ 3D МОДЕЛЕЙ ВІЙСЬКОВО- ТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглядається загальний підхід до створення комп'ютерних навчальних 3D моделей військово-технічного призначення, та ефективність їх застосування під час підготовки військових спеціалістів. Надаються рекомендації щодо удосконалення підготовки військових спеціалістів з використанням комп'ютерних 3D моделей. Показана загальна схема створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення. Розкривається сутність кожного етапу створення навчальних 3D моделей зразків озброєння. Особлива увага приділяється проблемам правильного проектування та візуалізації навчальних 3D моделей. Висвітлюються основні переваги використання 3D моделей для висококваліфікованої підготовки військових спеціалістів з військово-технічних дисциплін. Приділяється увага впливу застосування 3D моделей на підвищення рівня мотивації до навчання, та якості засвоєння складного навчального матеріалу військово-технічних дисциплін після використання комп'ютерних 3D моделей на заняттях.

***Ключові слова:** навчальні комп'ютерні 3D моделі; етапи розроблення 3D моделей; методи створення 3D моделей; візуалізація.*

Вступ

Постановка проблеми. В усіх сферах людської життєдіяльності, що бурхливо розвиваються, все частіше і ширше впроваджуються сучасні комп'ютерні технології. Використання таких технологій в процесі навчання студентів, курсантів надає можливість краще засвоювати, розуміти і використовувати на практиці отримані знання та навички. Тривимірні моделі (3D моделі) – це потужний засіб для отримання слухачами найрізноманітнішої інформації, ефективний засіб підвищення інтересу до навчання, мотивації, наочності, науковості, отримання та відпрацювання практичних навичок тощо.

Безперервний процес удосконалення озброєння та військової техніки встановлює підвищені вимоги до військово-технічної підготовки офіцерів-артилеристів.

Вирішити цю проблему без постійного удосконалення форм і методів навчання, широкого впровадження у навчальний процес ефективних методичних прийомів, використання обчислювальної техніки з метою індивідуалізації навчання, без розроблення навчально-методичних матеріалів високої якості та наявності сучасної навчально-матеріальної бази, у тому числі електронних навчально-тренувальних засобів, неможливо. Особливо під час недостатнього фінансування Збройних Сил України, коли виникає необхідність у швидкій та якісній підготовці військових спеціалістів з метою збереження бойової готовності.

Вирішенням проблем підготовки військових спеціалістів Ракетних військ і артилерії

передбачається створення та використання навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення, що і визначає актуальність статті.

Використання 3D моделей у процесі навчання військових спеціалістів дозволяє скоротити час та удосконалити якість підготовки, перепідготовки майбутніх офіцерів, що підтверджується досвідом кафедри військової підготовки Сумського державного університету (КВП СумДУ). Особливо гостро це питання стосується студентів, що навчаються за програмою офіцерів запасу.

Виходячи з названого вище, авторами були визначені наступні **цілі статті:**

розробити загальну методика створення навчальних 3D моделей військово-технічного призначення;

показати застосування методики на прикладі створення навчальної комп'ютерної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД" для навчального процесу КВП СумДУ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз літературних джерел стосовно розроблення та впровадження методик, сучасних засобів підготовки військових спеціалістів свідчить про збільшення уваги до цього питання.

Так, в роботах [1-6] приділяється увага розробленню та впровадженню сучасних навчальних засобів на основі тривимірних інформаційних технологій у навчальний процес, описуються їх позитивні характеристики впливу на процес підготовки військових спеціалістів.

В роботах [3,7,8,10] розглядаються можливості, сучасних комп'ютерні технологій у процесі навчання студентів та курсантів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Процес розроблення необхідної для вивчення комп'ютерної 3D моделі, складається з декількох етапів (рис. 1).

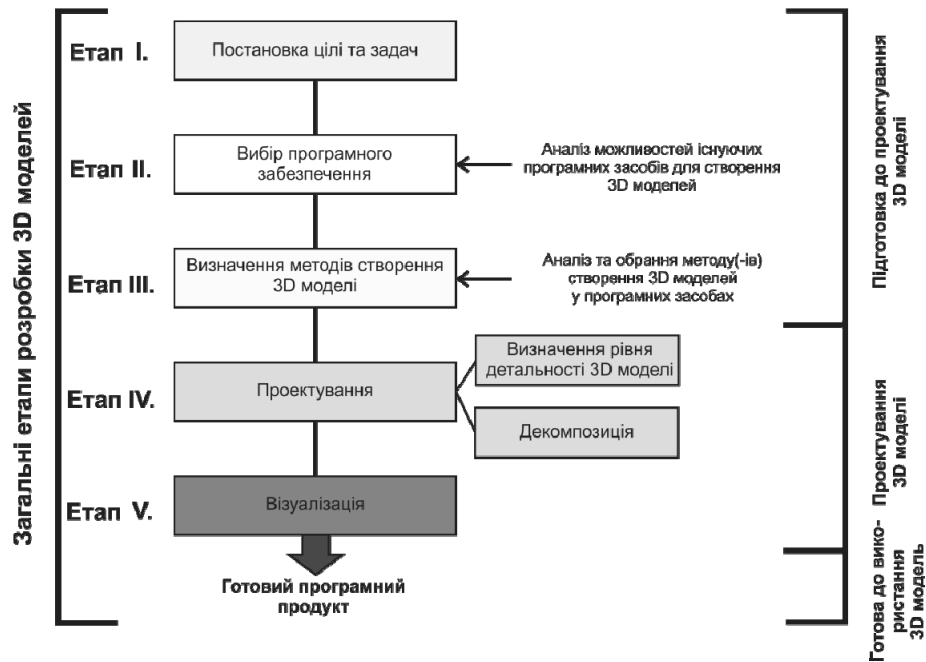


Рис. 1. Етапи розроблення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення

Авторами запропоновано загальну методику розроблення комп'ютерних 3D моделей, яка була створена та відпрацьована шляхом створення власних навчальних 3D моделей артилерійського озброєння для впровадження у процес підготовки студентів КВП СумДУ.

Етап I. Перш за все, необхідно визначитись з ціллю та завданнями, які повинна виконувати 3D модель озброєння у процесі підготовки військових спеціалістів. Під поняттям “ціль” ми маємо на увазі кінцевий результат, на який направлений процес, а під поняттям “завдання” будемо розуміти функції, які повинна виконувати 3D модель зразка артилерійського озброєння.

Правильне визначення або постановка цілі і задач необхідна для подальшого ефективного і ретельного виконання наступних етапів проектування 3D моделі, що розробляється. У даній статті авторами розглядається приклад створення навчальної комп'ютерної 3D моделі реактивної системи залпового вогню БМ-21 “ГРАД”.

Етап II. Після визначення цілі та задач необхідно здійснити вибір програмного забезпечення (ПЗ) для розроблення 3D моделі зразка озброєння. Етап вибору ПЗ один з найважливіших, оскільки кожен програмний засіб для створення 3D моделей має набір певної кількості інструментів та можливостей для розроблення 3D моделі. Безпосередньо всі програмні засоби для створення 3D моделей поділяються на два типи: системи

автоматизованого проектування (САПР), які надають можливість створювати твердо тільну модель з можливістю її подальшого використання у розрахункових модулях ПЗ, що використовується (при наявності), або ПЗ іншого розробника; програмне забезпечення для роботи з художньою 3D графікою, що орієнтоване безпосередньо на роботу з 3D моделюванням, анімацією, мультимедіа контентом. В залежності від типу програмного забезпечення підбирається метод проектування 3D моделі, а головне – обраний тип програмного забезпечення значно впливає на ціну 3D моделі, що розробляється. Цей вплив визначається ціною програмного продукту, що використовується, та вартістю роботи спеціалістів в обраних програмних засобах, так як кожен програмний засіб має свою складну специфіку у проектуванні 3D моделей.

Для створення навчальної 3D моделі було обрано САПР середнього класу Autodesk Inventor 2011, так як КВП СумДУ орієнтована на проведення технічних досліджень. Обрана САПР дозволяє створювати цифрові 3D прототипи майбутніх виробів машинобудування, проводити над ними розрахунки та аналіз, випускати необхідну робочу документацію та в подальшому віддавати у виробництво фінальний проект.

Етап III. В залежності від обраного для створення 3D моделі ПЗ будуть застосовуватись різні методи її створення. У САПР в більшій мірі використовується способи твердотільного та поверхневого моделювання. Суть твердотільного

моделювання полягає у створенні тривимірного тіла, якому можна надати фізичні властивості реального тіла.

Застосовуючи поверхнєве моделювання, спочатку створюються і модифікуються потрібним чином поверхні, що описують окремі елементи модельованого об'єкта. Границі поверхонь створюються сплайнами. З отриманих поверхонь збирають оболонку об'єкта, що моделюється. Поверхнєве моделювання дозволяє зосередити зусилля на складних формах об'єкту і широко застосовується для проектування об'єктів, які мають плавну, аеродинамічну форму.

Над об'єктами, що створені методом поверхневого моделювання, можуть бути проведені операції розрахунку, аналізу внутрішніми інструментами САПР або використовуючи зовнішні розрахункові та імітаційні системи. Об'єктам, що створені методом поверхневого моделювання, також можуть бути надані фізичні атрибути реальних об'єктів. Окрім описаного методу в різних ПЗ можуть застосовуватись свої способи створення 3D моделей. Так, наприклад, у ПЗ художнього спрямування використовуються набагато зручніші методи створення 3D моделей (сплайнове моделювання, полігональне моделювання, моделювання за допомогою NURBS кривих та ін.), але у порівнянні з твердотільним моделюванням, що застосовується у САПР, 3D моделі, що створені іншим шляхом, не мають подальшого технічного застосування: не можуть бути використані для виробництва.

Етап IV. Проектування являє собою найбільш об'ємний етап. На ньому відбувається безпосередньо проектування самої 3D моделі. Під час проектування обробляється велика кількість матеріалу для створення навчальної 3D моделі зразка артилерійського озброєння. Матеріалом для розроблення 3D моделі БМ-21 виступали: плоскі креслення альбому рисунків, навчальні плакати, фото реального зразка. Важливим завданням на цьому етапі є визначення рівня деталізації 3D моделі, що розробляється. Кількість елементів, з яких складається 3D модель, має свій вагомий вплив: у формуванні вартості 3D моделі, кількості часу, що необхідний для візуалізації 3D моделі, та на визначення складових апаратної частини комп'ютера. Чим більше складових, тим складніша 3D модель, в наслідок чого час процесу візуалізації 3D моделі збільшується та запити на більш потужне оснащення апаратної частини комп'ютера зростають. У даній 3D моделі БМ-21 кількість складових обмежувалась навчальною програмою дисципліни "Артилерійське озброєння". За допомогою робочої програми відбулось оптимальне визначення необхідних вузлів та механізмів, які необхідно змоделювати для подальшого використання в анімації роботи вузлів та механізмів БМ-21 "ГРАД", що відтворювалася.

Невід'ємною складовою етапу проектування є процес декомпозиції – розбиття майбутньої готової 3D моделі на прості для моделювання елементи (рис.2), з яких потім створюється складання повної 3D моделі, яка в подальшому виконує необхідні для процесу навчання задачі.

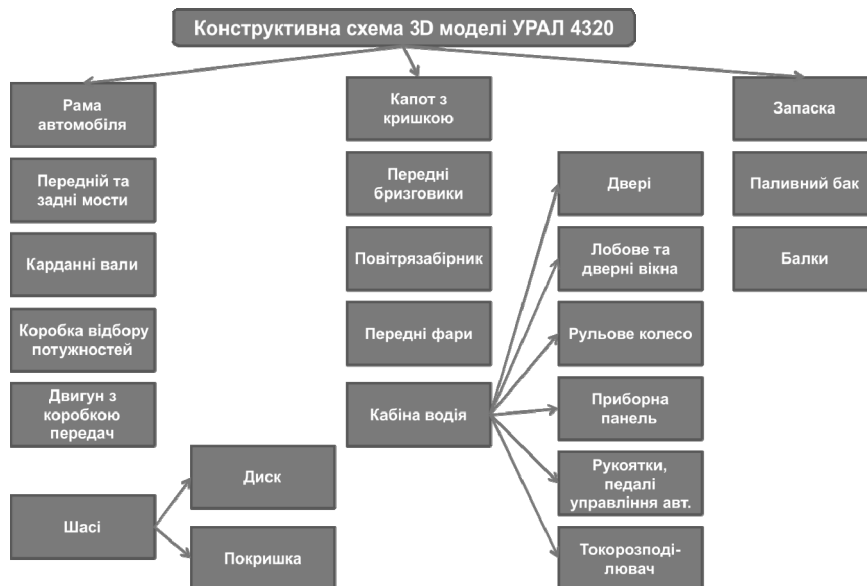


Рис. 2. Декомпозиція базової машини УРАЛ-4320 навчальної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД"

Етап V. Останній етап розроблення комп'ютерної навчальної 3D моделі є процес візуалізації. Візуалізація (рендерінг) – це процес отримання у комп'ютерній графіці зображення, відеоряду зі створеної 3D моделі або її анімації.

Процес візуалізації є дуже важливим під час проектування 3D моделей. Візуалізація є невід'ємною і водночас працесною складовою розроблення 3D моделей, так як саме від того як правильно буде застосовано інструменти візуалізації, настільки

реалістично буде мати вигляд навчальна 3D модель, що розробляється, що, у свою чергу, в більшій або меншій мірі впливає на сприйняття курсантами навчального матеріалу і варіанти використання навчальної 3D моделі.

Візуалізація тісно пов'язана з описаними вище етапами розроблення 3D моделі. Так, наприклад, в залежності від обраного ПЗ для розроблення 3D моделі використовуються інтегровані або зовнішні, незалежні від ПЗ, що використовується, модулі візуалізації. Процес рендерінгу дуже вимогливий до апаратних характеристик комп'ютера, на якому виконується проектування 3D моделі, тому що відбувається високе обчислювальне навантаження на комп'ютерний процесор (CPU),

оперативну пам'ять (ОЗУ), відео-карту. Це викликано тим, що відбувається розрахунок реальних фізичних характеристик середовища, в якому знаходиться 3D модель, об'єктів, які впливають на фізичні характеристики середовища при відображенні у готовому зображенні (імітатори джерел світла), та безпосередньо об'єктів, що візуалізують вихідне зображення (імітатор реальної камери). На рис.3 наведено приклад повністю налаштованої сцени для візуалізації готового зображення.

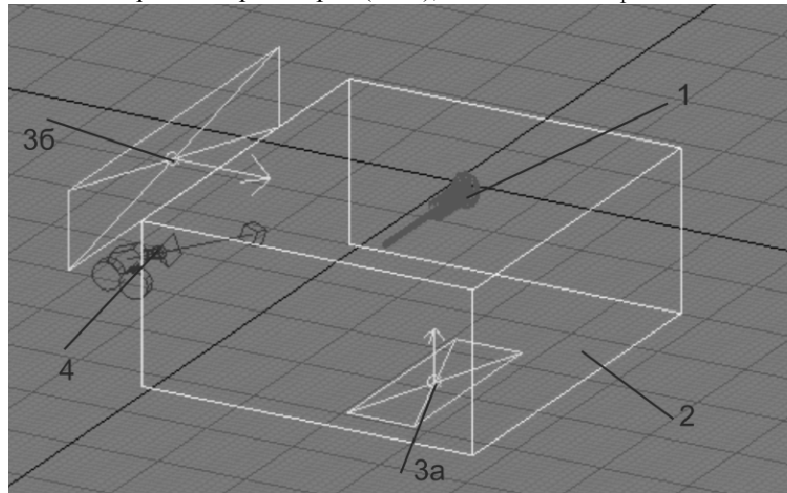


Рис. 3. Схема готової до візуалізації сцени:

1 – 3D модель, що візуалізується; 2 – навколишнє середовище для якого розраховуються фізичні властивості; 3а, 3б – імітовані джерела випромінювання світла; 4 – імітатор реальної камери.

Наприклад, для реалістичного відображення матеріалів, які накладаються на 3D модель, необхідні засоби, що імітують джерело світла.

Обчислювання світла, яке випромінюється джерелами, що розташовані у сцені, занадто

тривалий процес. Відбувається обчислення кожної окремої точки, на яке падає світло від джерела у майбутньому зображенні, або відеоряді, тому що ПЗ генерує об'єм середовища, в якому розміщено 3D модель (рис.4.).

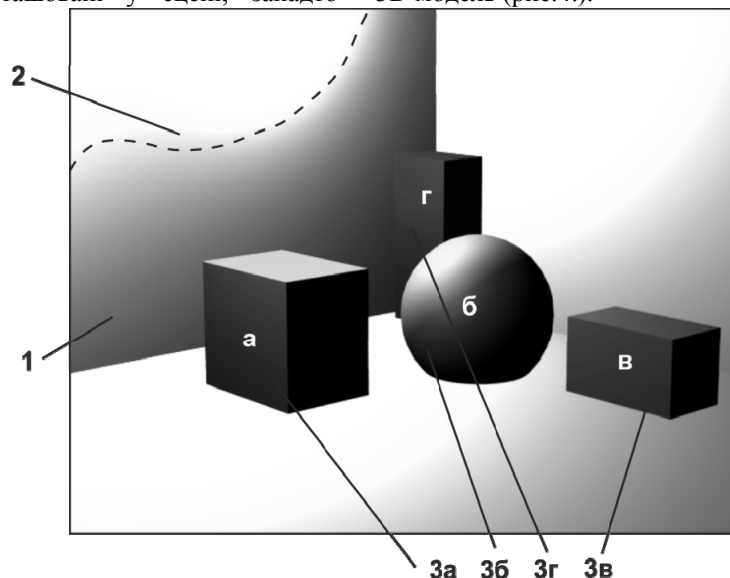


Рис. 4. Схема сцени, що візуалізується:

1 – об'єм, в якому розміщуються 3D моделі для візуалізації; 2 – область розсіювання світла від джерел на оточенні; 3 – умовні 3D моделі (а,б,в,г)

Такі параметри складності обчислень, у свою чергу, також мають вплив на формування вартості моделі, що розробляється: вартість ПЗ, в якому проектується 3D модель; деталізація 3D моделі напряму, що створюється, залежить від потужності апаратної частини комп'ютера; параметру часової характеристики: чим реалістичніша візуалізація, тим довше буде відбуватись процес рендерінгу і тим потужнішу апаратну частину комп'ютера необхідно застосовувати. Рендерінг прикладу розроблення навчальної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД", що розглядається, виконувався у вбудованому рендер-модулі САПР Autodesk Inventor 2011 – Inventor Studio. Inventor Studio має всі необхідні інструменти для створення візуалізації реалістичних цифрових прототипів, презентацій

машинобудівних рішень, навчальних 3D моделей військово-технічного призначення.

Єдиним його недоліком є неможливість використання багатоядерних процесорів, що, у свою чергу, суттєво збільшує час на візуалізацію. Процес рендерінгу в Inventor Studio відбувається шляхом розбиття вихідного зображення або одного кадру анімації на невеликі квадратні області в кожній з яких ведеться розрахунок налаштувань рендеру, для створення готового зображення або відеоряду, як показано на рис. 5. невеликими білими рамками.

Вихідне зображення або відео ряд, створений з 3D моделі, можна зберігати у найбільш популярних графічних форматах з можливістю подальшого застосування.

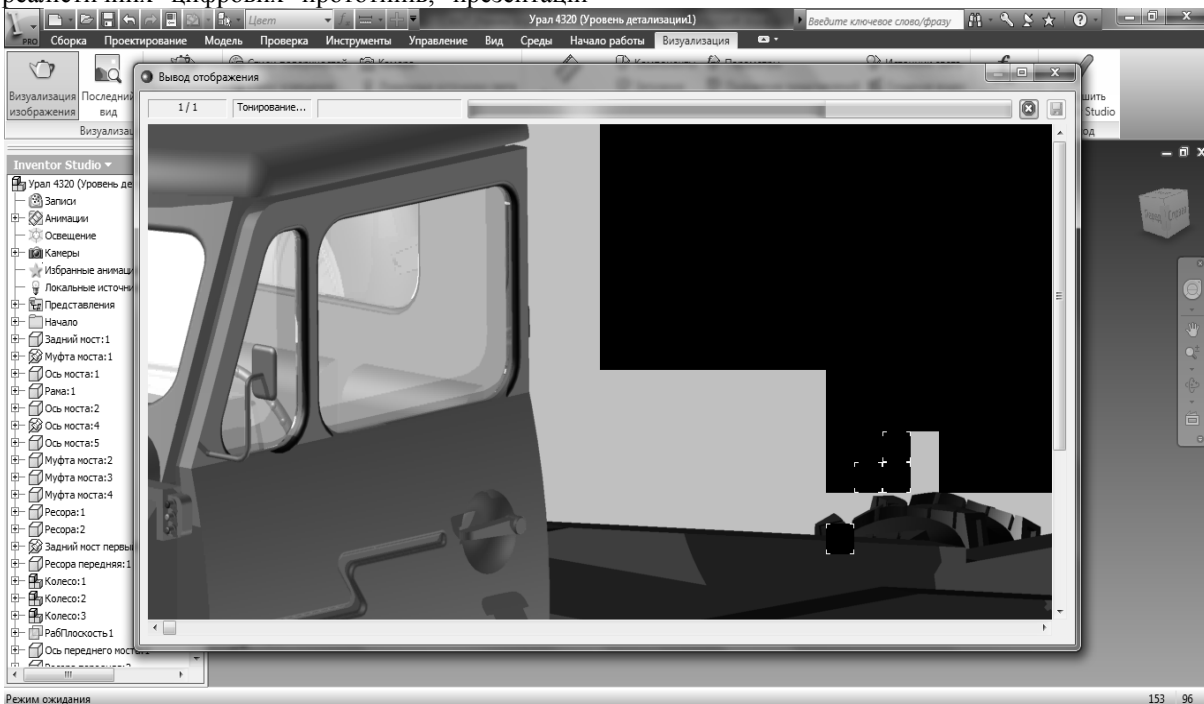


Рис. 5. Процес візуалізації відеоряду в Inventor Studio

Викладений загальний методичний підхід щодо розроблення навчальних комп'ютерних 3D моделей, не може претендувати на абсолютно повне висвітлення всіх питань з проектування 3D моделей військово-технічного призначення або безспірність запропонованих рішень. Нами переслідувалась мета – запропонувати загальну методику створення навчальних 3D моделей для вивчення зразків артилерійського озброєння та показати основні етапи їх створення. Запропонований нами підхід розроблений та відпрацьований в ході створення власних навчальних комп'ютерних 3D моделей.

Проаналізувавши досвід створення та впровадження у процес підготовки військових спеціалістів власних розробок, навчальних тривимірних моделей, авторами зроблені висновки, щодо ефективності застосування 3D моделей військово-технічного призначення під час підготовки майбутніх офіцерів, особливо

слухачів кафедр військової підготовки.

Викладачами кафедри після розроблення авторської навчальної 3D моделі САГ 2С3М, було проведено дослідження стосовно її впливу на рівень засвоєння навчального матеріалу студентами КВП СумДУ. Дослідження проводилися на прикладі взводів зі студентами Сумського державного університету технічних та гуманітарних напрямів підготовки. В результаті досліджень встановлено, що використання на заняттях 3D моделей позитивно впливає на збільшення рівня засвоєння навчального матеріалу. Також було відмічено, що студенти, які мають добру базову інженерну підготовку, легше і краще засвоюють навчальний матеріал у порівнянні з тими, хто такої підготовки не має. Порівняльна характеристика та динаміка рівнів засвоєння навчальної інформації студентами різних напрямів підготовки показана на рис. 6.

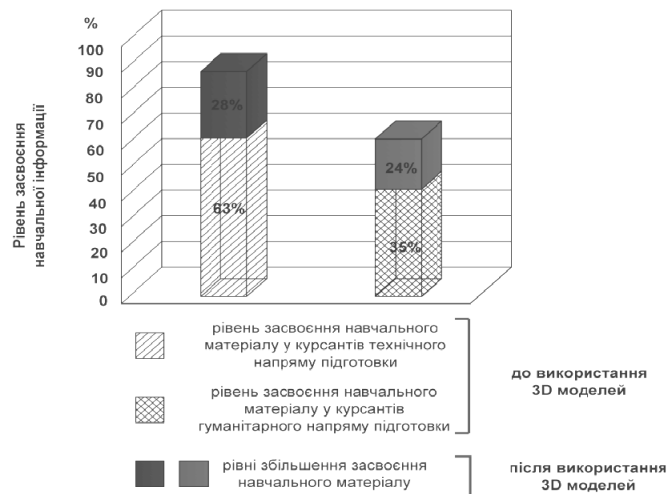


Рис. 6. Вплив застосування 3D моделей на рівень засвоєння навчальної інформації

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, можна стверджувати, що використання таких 3D моделей забезпечує більш продуктивне використання навчального часу, збільшує рівень засвоєння навчального матеріалу, забезпечує скорочення матеріальних витрат під час експлуатації артилерійського озброєння. Незважаючи на відносно велику вартість проектування та створення 3D моделей, вона є незначною у порівнянні з реальними витратами на експлуатацію артилерійського озброєння у процесі

підготовки військових спеціалістів.

Перспективним напрямком у розвитку навчальних 3D моделей зразків озброєння є розроблення полігональних 3D моделей, для подальшого їх використання у проектуванні інтерактивних тренажерних засобів, які дозволятимуть курсантам отримувати та відпрацьовувати практичні навички у максимально стислий термін. Швидкий темп набуття курсантами, резервістами практичних вправ та навичок є особливо актуальним у період підготовки до військових дій.

Література

1. Баранова І. В. Досвід використання сучасних мультимедійних технологій при підготовці майбутніх офіцерів режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/unadps/2011_2/11bivvds.pdf
2. Величко Г. Г. Комп'ютерні технології навчання / Г. Г. Величко // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. За ред. І. А. Зязюна (голова) та ін. У 2-х част. – 2002. – Ч.2. – С. 17–21.
3. Дерев'янчук А. Й. Аналіз можливостей і доцільності застосування нетрадиційних способів контролю засвоєння змісту навчання у вищій військовій школі / А. Й. Дерев'янчук // Військова освіта: Збірник наукових праць. – 2009. – №23. – С. 158–163.
4. Дерев'янчук А. Й. Впровадження 3D-моделей для вивчення військово-технічних дисциплін та підвищення рівня засвоєння навчальної інформації / А. Й. Дерев'янчук, М. Б. Шелест, О. В. Купенко // Військова освіта: Збірн. наук. праць. – 2010 – № 2(24). – С. 120–128.
5. Дерев'янчук А. Й. Використання інформаційних технологій при вивченні військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'янчук, Д. Р. Москаленко, А. В. Дьяков // Військова освіта: Збірн. наук. праць. – 2013 – №2(28). – С. 61–67.
6. Дерев'янчук А. Й. Підхід до створення програмних засобів для вивчення військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'янчук, Д. І. Чопа, Л. В. Олійник // Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони. – 2012, – №1. – С. 69-72.
7. Дерев'янчук А. Й. Використання 3D моделей для вивчення військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'янчук, М. М. Ляпа, С. П. Латін // Інновації як чинник суспільного розвитку: теорія та практика. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. – 2011.
8. Коломієць А. М. Презентація навчального матеріалу за допомогою комп'ютерних технологій / А. М. Коломієць // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. У 2-х част. За ред. І. А. Зязюна (голова) та ін. – 2002. – Ч.2. – С. 278–284.
9. Концевич В. Г. Твердотельное моделирование в Autodesk Inventor / В. Г. Концевич. – Киев, Москва: Изд. "ДиаСофтЮП", 2008. – 675 с.
10. Костельна Л. І. Нові інформаційні технології – освіта майбутнього / Л. І. Костельна // Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. Спец. випуск. – 2003. – С. 146–148.

ОБЩИЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ УЧЕБНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Анатолій Йосипович Дерев'янчук (канд. техн. наук, професор, професор кафедри)
Денис Русланович Москаленко (аспірант)

Сумской государственной университет, Сумы, Украина

В даній статті розглядається загальна методика створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення та ефективність їх використання в час підготовки військових фахівців. Наведено рекомендації щодо вдосконалення підготовки військових фахівців з використанням комп'ютерних 3D моделей. Показано загальну схему створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення. Розкривається сутність кожного етапу створення навчальних 3D моделей образців озброєння. Особливу увагу приділено проблемам правильного проектування та візуалізації навчальних 3D моделей. Підкреслюються основні переваги використання 3D моделей для висококваліфікованої підготовки військових фахівців по військово-технічним дисциплінам. Звертається увага на вплив застосування 3D моделей на підвищення рівня мотивації до процесу навчання, та якості засвоєння складного навчального матеріалу військово-технічних дисциплін після використання комп'ютерних 3D моделей на заняттях.

Ключові слова: навчальні комп'ютерні 3D моделі; етапи розробки 3D моделей; методи створення 3D моделей; візуалізація.

COMMON METHODOLOGICAL APPROACH TO CREATING EDUCATIONAL 3D COMPUTER MODELS FOR MILITARY AND TECHNICAL USE

Anatolii Y. Derevjanchuk (Candidate of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)

Denys R. Moskalenko (Postgraduate Student)

Sumy State University, Sumy, Ukraine

The general procedure of creating educational 3D computer models for military and technical use and their use efficiency during military specialist's preparation is considered in this article. The guidelines for improving military specialists training using 3D computer models are given. The general scheme of creating educational 3D computer models for military and technical use is shown. The short of the each phase of creating educational 3D weapons models is revealed. Pay closer attention to problems of proper designing and visualization of educational 3D models. The main advantages of using 3D models for highly skilled military specialists training in the sphere of military-technical disciplines are covered. Pay attention to influence of using 3D models in increasing the motivation level in the learning process and the quality of mastering complex military and technical disciplines educational material after using 3D computer models in class.

Keywords: educational 3D computer models; stages of 3D models development; methods of creating 3D models; visualization,

References

1. Baranova I.V., Derevjanchuk A.Y., Oliinyk L.V., Pushkarov Yu.I. (2011), Experience with modern multimedia technology in preparing future officers. [Dosvid vykorystannia suchasnykh multymediynykh tekhnolohii pry pidhotovtsi maibutnykh ofitseriv], available at: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/unadps/2011_2/11bivvsd.pdf
2. Velychko H.H., Ziaziuna I.A. (2002), Modern information technology and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems. [Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy], Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Zb. nauk. pr., pp. 531.
3. Derevjanchuk A.Y. (2009), Analysis capabilities and usefulness of non-traditional ways to control the assimilation of content learning in higher military school. [Analiz mozhlyvostei i dotsilnosti zastosuvannia netradytsiynykh sposobiv kontroliu zasvoiennia zmistu navchannia u vyshchii viiskovii shkoli], Viiskova osvita: Zbirnyk naukovykh prats, No 23., Kiyv, pp. 158-163.
4. Derevjanchuk A.Y., Shelest M.B., Kuppenko O.V. (2010), The introduction of 3D-models for the study of military-technical subjects and raising the level of learning information. [Vprovadzhennia 3D-modelei dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin ta pidvyshchennia rivnia zasvoiennia navchalnoi informatsii], Viiskova osvita: Zbirnyk naukovykh prats, Kiyv, No 24., pp. 120-128.
5. Derevjanchuk A.Y., Moskalenko D.R., Diakov A.V. (2013) The use of information technology in the study of military-technical subjects. [Vykorystannia informatsiynykh tekhnolohii pry vyvchenni viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Viiskova osvita: Zbirnyk naukovykh prats, Kiyv, National University Defense of Ukraine No 28., pp. 61-67.
6. Derevjanchuk A.Y., Chopra D.I. (2011), The approach to the creation of software tools for the study of military-technical subjects. [Pidkhid do stvorennia prohramnykh zasobiv dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Suchasni informatsiini tekhnolohii v sferi bezpeky ta obrony, No 1., Kiyv, pp. 69-72.
7. Derevjanchuk A.Y., Liapa M.M., Latin S.P. (2011), The use of 3D models for the study of military-technical subjects. [Vykorystannia 3D modelei dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Innovatsii yak chynnyk suspilnoho rozvytku: teoriia ta praktyka. Materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Sumy, pp. 23.
8. Kolomiets A.M., Ziaziuna I.A. (2002), Presentation of educational material using computer technology. [Prezentatsiia navchalnoho materialu za dopomohoiu kompiuternykh tekhnolohii], Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Zb. nauk. pr., Part 2, Kiyv, Vinnytsia, pp. 278-284.
9. Kontsevych V.H. (2008), The solid modeling in Autodesk Inventor. [Tverdotelnoe modelirovanye v Autodesk Inventor], Yzd. "DyaSoftUP", Kiyv, Moscow, 675 p.
10. Kostelna L.I. (2003) The new information technology - the future of education. [Novi informatsiini tekhnolohii - osvita maibutnoho], Novi tekhnolohii navchannia: Nauk.-metod. zb. Spets. vypusk, ZAT "NICHJAVA", pp. 146-148.

Отримано: 24.09.2014 року