

процесса требует от преподавателей высших учебных заведений знаний и умений в области применения новейших педагогических технологий, владения прогрессивными методами современной науки.

Сильной стороной модульно-рейтинговой системы обучения является возможность охватить в процессе тестирования большой объем материала и тем самым получить действительно широкое представление о знаниях студента. Использование тестирования в реальной педагогической деятельности позволяет заметно повысить объективность, детальность и точность оценивания результатов процесса обучения. Кроме того, тесты могут быть применены студентом и в ходе самостоятельной работы для самоконтроля качества усвоения материала. Тесты являются хорошим средством для подготовки к экзамену или зачету.

Разработанные тестовые задания любого типа по каждому модулю, реализуемые с помощью персонального компьютера, позволили сократить до минимума аудиторную нагрузку на преподавателя и дали возможность оперативно выставлять текущие оценки по модулю изучаемого курса. Фрагменты тестовых заданий использовались также при защите студентами лабораторных и практических заданий.

Дальнейшие исследования целесообразно продолжить в направлении усовершенствования научно-методического обеспечения учебных курсов.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кравченя Э.М. Информационный ресурс и научно-исследовательская деятельность студента как средство повышения уровня специальной подготовки инженера-педагога / Э.М. Кравченя, Ю.А. Минальд, В.И. Молочко // Вестник БНТУ. – 2009. – № 5. – С. 112-117.
2. Кравченя Э.М. Проектирование и создание компьютерных средств обучения для подготовки специалистов / Э.М. Кравченя, Е.П. Казимиренко // Кіраванне ў адукацыі. – 2010. – № 2. – С. 52-58.
3. Кравченя Э.М. Современные образовательные системы виртуального обучения: реальности и перспективы / Э.М. Кравченя, А.С. Анкуда // Информатизация образования. – 2010. – № 2. – С. 73-81.
4. Кравченя Э.М. Визуализация динамических процессов с помощью средств компьютерной графики / Э.М. Кравченя, С.В. Солонко // Информатизация образования. – 2012. – № 1. – С. 35-43.
5. Кравченя Э.М. Использование единого инструментария для диагностики, обобщения и прогнозирования уровня знаний студентов / Э.М. Кравченя // Информатизация образования. – 2006. – № 3. – С. 67-76.
6. Кравченя Э.М. Мониторинг качества высшего образования через призму модульно-рейтинговой системы обучения / Э.М. Кравченя // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2010. – Випуск № 26. – С. 230-234.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Кравченя Эдуард Михайлович** – доцент кафедры «Профессиональное обучение и педагогика» инженерно-педагогического факультета Белорусского национального технического университета. Кандидат физико-математических наук, доцент. Сфера интересов связана с созданием, внедрением и исследованием влияния информационных средств обучения на учебный процесс.

**Лешкевич Михайил Людвигович** – старший преподаватель кафедры основ строительства и методики преподавания строительных дисциплин, инженерно-педагогического факультета, Мозырьского государственного педагогического университета имени И.П. Шамякина.

*Научный интерес:* разработка электронных средств обучения для подготовки деревообработчиков.

УДК 378:37.01:007

## ПОВУДОВА ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ РІЗНИМИ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ

**Сергій Рябець, Тетяна Рябець, Максим Рябець**

*Стаття присвячена порівнянню можливостей застосування програмних засобів комп'ютерної графіки таких як Blender 2.59, 3ds Max 2013 та її бібліотеки Three.js при візуалізації віртуальних моделей типу «поверхня води». Зроблено висновок про ряд переваг технологій WebGL, однією з яких є вбудовування 3D графіки прямо у зміст Web-сторінки.*

**Ключові слова:** комп'ютерна графіка, програмні засоби, візуалізація водної поверхні, методи моделювання, рендеринг.

**Постановка проблеми.** Реалізація сучасних вимог до підготовки фахівців з технологічної освіти неможлива без застосування комп'ютерних технологій, які на сьогоднішні є визначальними в розвитку людської цивілізації. Саме тому, як наголошується в Законі про вищу освіту, з метою підготовки конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни, самореалізації особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави у кваліфікованих фахівцях модернізується система освіти, ґрунтуючись на одному з основних принципів – на принципі поєднання освіти з наукою та виробництвом. А для останнього необхідною складовою підготовки стане стандарт забезпеченості потрібних ІТ-засобів та ІТ-сервісів з метою їх використання у сфері освіти й науки для навчальних закладів усіх рівнів...[1, с.12]. Напрямок застосування ІТ-технологій є

комп'ютерна візуалізація – один з найбільш важливих розділів у комп'ютерній графіці, який пов'язаний з процесами отримання зображення за моделлю з допомогою комп'ютерної програми. Існує велика кількість комп'ютерних моделей, що створюються, як самостійні програмні пакети – рендери, і, поряд із їх інтеграцією з програмами тривимірного моделювання, анімації, відеомонтажу, 2D малювання та фоторедагування, знаходять своє широке застосування [2]. Різновиди комп'ютерної візуалізації створені через велику різноманітність сфери її застосувань. Показовим прикладом таких візуалізацій є моделювання рідини, зокрема водної поверхні. Реалістична візуалізація водної поверхні – це один з найефективніших способів зробити 3D додаток привабливим. Але багато алгоритмів синтезу поверхні, як правило, складні в реалізації та вимогливі до апаратури, тому до питання вибору алгоритму варто підійти з особливою увагою.

**Мета статті** - порівняння демонстраційних можливостей різних програмних продуктів (Blender 2.59, 3ds Max 2013 та WebGL і бібліотеки Three.js) для розробки графічних об'єктів на прикладі візуалізації водної поверхні як реального об'єкту на веб-сайті.

Моделювання рідини [3] (англ. fluid simulation) – область комп'ютерної графіки, що використовує засоби обчислювальної гідродинаміки для реалістичного моделювання, анімації і візуалізації рідин, газів, вибухів та інших пов'язаних з цим явищ. Маючи на вході якусь рідину і геометрію сцени, симулятор рідини моделює її поведінку і рух у часі, приймаючи до уваги безліч фізичних сил, об'єктів і взаємодій. Моделювання рідини широко використовується в комп'ютерній графіці і ранжується за складністю: від високоточних обчислень для кінофільмів і спецефектів до простих апроксимацій, що працюють у режимі реального часу і використовуються переважно в комп'ютерних іграх...

Існує кілька конкуруючих методів моделювання рідини, кожен з яких має свої переваги і недоліки. Найбільш поширеними є методи: Ейлера [4], гідродинаміки згладжених частинок, Кастельжо (або кривих Безьє), методи, засновані на завихреннях, і метод решітчастих рівнянь Больцмана. Ці методи виникли в середовищі обчислювальної гідродинаміки і були запозичені для практичних завдань в індустрії комп'ютерної графіки та спецефектів. Основна вимога до даних методів з боку комп'ютерної графіки – візуальна правдоподібність. Тобто, якщо людина-спостерігач через перегляд не може помітити неприродність анімації, то моделювання вважається задовільним. З іншого боку, в фізиці, техніці та математиці основні вимоги пред'являються до фізичної коректності та точності моделювання, а не до її візуального результату. Нами для порівняння були використані програмні засоби Blender 2.59, 3ds Max 2013 та WebGL і бібліотеки Three.js, за допомогою яких реалізовувалась реалістична статистична модель водної поверхні.

Blender - вільний пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає в себе засоби моделювання, анімації, рендеринга, обробки відео, а також створення інтерактивних ігор. Редактор володіє значними можливостями для тривимірного моделювання, анімації, візуалізації, роботи з фізикою, рендеринга. Особливостями пакету є малий розмір (кілька десятків мегабайт), велика швидкість вимальовування, наявність версій для багатьох операційних систем – FreeBSD, GNU/Linux, Mac OS X, SGI Irix 6.5, Sun Solaris 2.8 (sparc), Microsoft Windows, SkyOS, MorphOS та Pocket PC. Крім того, програма може функціонувати навіть на ПК з дуже слабкими конфігураціями, аж до нетбуків. Мінімальні вимоги до системи більш ніж скромні: процесор з одним ядром, що працює на частоті 1 ГГц, оперативна пам'ять 512 Мбайт і відеокарта з підтримкою Open GL і об'ємом пам'яті не нижче 64 Мбайт. Пакет має такі функції, як динаміка твердих тіл, рідин та м'яких тіл, систему гарячих клавіш, велику кількість доступних розширень, написаних мовою Python. В програмі є симулятор, який відкриває перед користувачем величезні можливості зі створення ефектів плинності тіл, таких як дим або рідини. Починаючи з версії 2.61 з'явилися функції «відстеження камери» (англ. camera tracking), та «захоплення руху» (англ. motion capture або mocap). Можливості Blender часто перевершують комерційні аналоги [6]. Найбільше значення в алгоритмах вищевказаної програми при реалізації хвильових поверхонь мають криві Безьє другого та третього ступенів (квадратичні і кубічні), тобто в скріптах фактично відбувається побудова таких кривих за заданими параметрами. Щоб змоделювати середовище води, потрібно створити плоский об'єкт, який буде служити поверхнею, додати до нього матеріал води, ефекти, а потім – прорендерити сцену в набір зображень з виходом на відео. Повний код створеної нами динамічної хвильової поверхні за допомогою програмного пакету Blender 2.70 перевірявся з метою оцінки переваг та недоліків якості зображення, швидкості рендера та розміру вихідного файла. Візуалізація нашої сцени подана на рис.1, де разом із зображенням одночасно представлено створений об'єкт з відповідною гістограмою, двовимірним графіком та в полярній системі координат, що є дуже зручною властивістю зображення у вікні Blender.

Незважаючи на такі переваги як невелику вагу файла, швидкісний рендеринг, кросплатформеність, наявність значного анімаційного інструментарію, даний продукт недосконалий відносно якості картини зображення, не має можливості вбудовування 3D графіки прямо у зміст Web- сторінки та потребує додаткового підключення сторонніх програм.

3ds Max – професійний пакет програмного забезпечення для роботи з тривимірною графікою при моделювання, анімації і візуалізації. Відкрита архітектура 3d Studio Max дозволяє скористатися

перевагами використання більш ніж ста додатків, що підключаються для швидкого і легкого одержання різних ефектів. Більш того, за допомогою 3d Studio Max є можливість створювати свої власні додатки-модулі, щоб надавати оригінального вигляду своїм об'єктам [7].

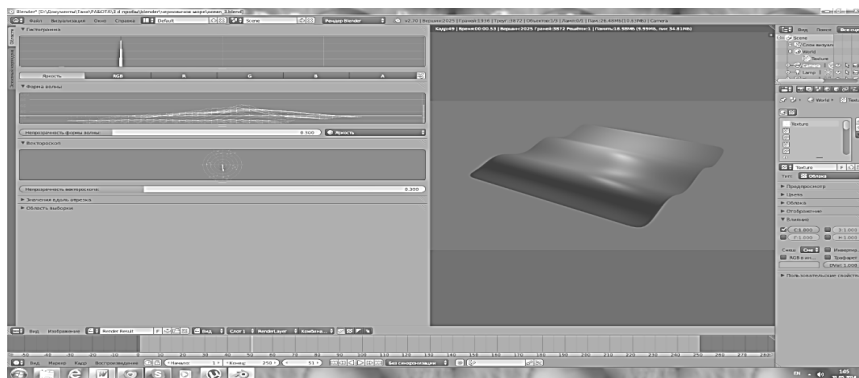


Рис. 1. Вікно Blender з різними областями характеристик створеної хвилі

За допомогою 3ds Max можна також створити моделі персонажів, тварин, моделі навколишнього середовища (рослинність), анімацію всього вищесказаного, спецефекти (освітлення, вибухи, воду, туман, дим, вогонь, пилюку, вітер) тощо. У додаток інтегрований потужний модуль анімації, що надає величезні можливості для управління параметрами такого зображення. Створюваний при цьому відеоряд володіє високою реалістичністю. Так, графічне середовище більшості комп'ютерних ігор створене саме засобами 3ds Max. Потреба в застосуванні даного програмного продукту з'являється й тоді, коли необхідно отримати зображення однієї і тієї ж сцени або предмета в різних проекціях. Процес накладення тіней і світла в 3ds Max здійснюється автоматично, головне – правильно налаштувати джерела світла. Робота в програмі здійснюється в чотири етапи:

- моделювання – створення каркаса (параметри, структури об'єктів, що підлягають візуалізації, їх математичних моделей);
- текстурування – формування текстури, основних візуальних характеристик для об'єктів;
- постановка світла;
- рендерінг – отримання кінцевого результату – растрового зображення.

Математична модель, створена на попередніх етапах, трансформується в зображення, коли йде мова про анімації – в набір зображень.

Візуалізація тривимірної сцени в 3ds Max може здійснюватися різними модулями рендерінга, призначеними безпосередньо для 3d-редакторів.

В 3ds Max є можливість створення більш реалістичної в порівнянні Blender водної поверхні, включаючи і дно. Для цього будується дві площини, які розташовані паралельно одна до одної.

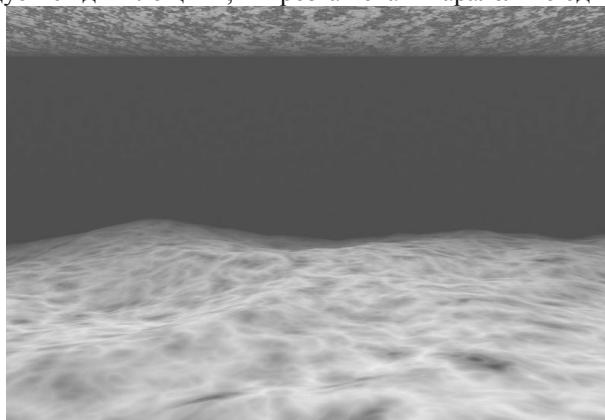


Рис.2. Кінцева візуалізація водної поверхні засобами

Перший етап моделювання поверхні (Ocean Surface) – створення каркаса. Далі призначаємо текстури верхній та нижній поверхням, використовуючи шаблони таких текстур (вбудовані в пакет) з основними візуальними характеристиками для таких об'єктів. Для більш реалістичного зображення сцени розташовують джерела світла, враховуючи день чи ніч, вид освітлення (сонце чи місяць), характер та напрямленість джерела (точкове, розсіяне тощо).

Наступний крок – рендерінг – отримання кінцевого результату – растрового зображення. На панелі спочатку здійснюється розкадровка в межах від 0 до 400 кадрів, а потім – відмічають позиції ключів анімації (виставляються автоматично для плавного переходу кадрів). Також прописуються координати точок та їх зміщення через рівний проміжок часу. Перед початком візуалізації відео використовується розширення 600 на 800, frame 30 за секунду, resolution 512 precision8, 3d mapping/subdivision edge length 4 pixels, Max subdivs 256.

Поряд з такими перевагами як реалістичність катринки, швидкість та легкість керування параметрами створеного об’єкта (рис.2) можна відмітити і основні недоліки, такі як значний час на створення графічного зображення, недосконалість вбудованого візуалізатора, що впливає на якість результату, певна складність програмного продукту для опанування, закритість основних кодів, потребує значного комп’ютерного ресурсу, а вцілому є «умовно» відкритим. Також, як і в випадку з програмним продуктом Blender, 3ds Max позбавлений можливості вбудовування 3D графіки прямо у зміст Web-сторінки та потребує додаткового підключення сторонніх програм.

Опис застосування технологій WebGL як програмного засобу для для розробки графічних об’єктів на прикладі візуалізації водної поверхні наведено в [8], де безпосередню участь приймали автори даної статті. На рис.3 представлено зображення одного з етапів створення водної поверхні за допомогою програмних засобів WebGL і бібліотеки Three.js.

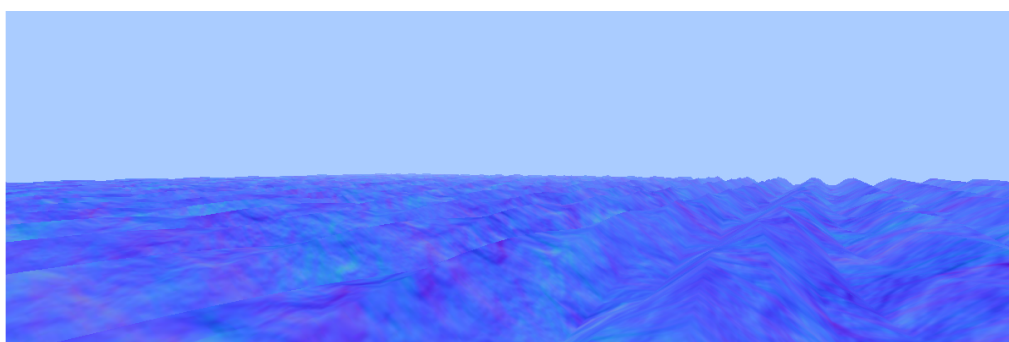


Рис.3. Зображення динамічних хвиль при збільшенні параметрів висоти і швидкості

Порівняння візуалізації наших об’єктів вищевказаними програмними засобами здійснювалось за такими параметрами як кросплатформеність, час на розробку, складність побудови, швидкодія, зручність та функціональність інтерфейсу, об’єми пам’яті та ресурсу при роботі комп’ютера, необхідність застосування сторонніх програм та потужних чіпсетів. Недоліки та переваги щодо даних характеристик для програмних засобів Blender 2.59, 3ds Max 2013 та WebGL і бібліотеки Three.js представлені в таблиці 1.

Таким чином, реалізація динамічних об’єктів на прикладі хвильових водних поверхонь засобами WebGL і бібліотеки Three.js вочевидь має певні переваги (відкритість коду, кросплатформеність, висока швидкість роботи, відсутність в потребі підключати сторонні програми при створенні графіки в web та ін.) та є перспективним застосуванням при створенні графічних зображень у web-технологіях, в тому числі анімації, іграх, симуляторах тощо.

Отже, у роботі розглянуті лише деякі алгоритми синтезу водної поверхні. У всіх цих алгоритмів зовсім різні переваги, недоліки, сфери застосування. Так наприклад, якщо буде використовуватись алгоритм, в якому необхідно робити вибірки з текстури або ж рендерити в вершинний буфер, користувачі з відеокартами рівня нижче GeForce 6 серії взагалі не зможуть запустити програму. Застосування ж засобів WebGL і бібліотеки Three.js дозволяє, враховуючи продуктивність подібних операцій, використовувати ще менший клас відеокарт, які можуть долати вище вказані труднощі. Останнім чинником при виборі того чи іншого алгоритму є складність його реалізації.

Таблиця 1

Порівняння основних параметрів однотипних програмних продуктів типу водних поверхонь, реалізованих різними програмними засобами комп’ютерної графіки

Параметри порівняння	Blender 2.59	3ds Max 2013	WebGL
відкритість кодів	+	умовно	+
кросплатформеність	+	windows	+
швидкодія (навантаження на процесор від 1 до 100)	intel core i5 2500k, завантаження процесора в 8 одиниць	intel core i5 2500k, завантаження процесора в 14 одиниць	intel core i5 2500k, завантаження процесора в 5 одиниць

об'єм пам'яті	1 Мб	початковий 734 Мб, при стисненні 39 Мб	до 10 кб
потужність апаратного обладнання	відеокарти NVidia Quad (NV10GL), GeForce 600	потужні відеокарти NVidia Quad (NV36GL), GeForce 8800 GTX(GT)	мінімальна потужність (інтегрований Intel GMA 3600)
зручність та функціональність інтерфейсу	Керування тільки в середині самої програми	Керування тільки в середині самої програми	Можливість створення власного інтефейсу
застосування при відображенні у web сторонніх програм	+	+	не потребує

Реалізувати статистичну модель синтезу поверхні океану на GPU, безумовно, складно. Є деякі бібліотеки, які це роблять, але цілком імовірно, що їх використання виявиться неприйнятним. При цьому складність моделі тільки початок проблем. Як було наголошено в [9], великі хвилі ускладнюють практично всі алгоритми суміжні з візуалізацією водної поверхні через: управління рівнем деталізації, додавання відображень, врахування фізики взаємодії з водою тощо.

Методи та алгоритми, використані в роботі, мають достатню швидкодію і дозволяють отримувати реалістичне зображення, і, як наслідок, можуть бути використані як невеликі симулятори водних поверхонь при демонстраціях коливальних процесів для студентів природничих спеціальностей, в курсах інженерної графіки та технічного дизайну при підготовці студентів спеціальності Технологічна освіта тощо.

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Проект концепції розвитку освіти України на період 2015-2025 років /2014. – Режим доступу: <a href="http://www.mon.gov.ua/img/zstored/files/project\_30102014.doc">Проект Концепції</a>.
2. [http://www.physbook.ru/images/e/ed/Img\\_Slob-10-19-286.jpg](http://www.physbook.ru/images/e/ed/Img_Slob-10-19-286.jpg).
3. Волновое уравнение [Електрон. ресурс] /2014. – Режим доступу: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5\\_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5).
4. Моделирование поверхности воды [Електрон. ресурс] /2010. – Режим доступу: <https://software.intel.com/ru-ru/articles/real-time-deep-ocean-simulation-on-multi-threaded-architectures>.
5. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Spherical\\_Wave.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Spherical_Wave.gif).
6. Беляев В.С.. Методы и алгоритмы компьютерной графики для моделирования водной поверхности в системах виртуальной реальности: Дис. ...кандидата. тех. наук: 05.13.18; – С-Пб., 2005. – 151 с.
7. <http://www.autodesk.ru/products/3ds-max/features/all/gallery-view>.
8. Рябець М.С., Рябець С.І. Розробка динамічних об'єктів засобами WebGL //Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – В. 5. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2014. – Ч. 1. – С. – 51-54.
9. WebGL [Електрон. ресурс] /2010. – Режим доступу: <http://russian-webgl.blogspot.com>.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Рябець Сергій Іванович** – доцент кафедри теорії і методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, кандидат технічних наук.

*Наукові інтереси:* проблеми технологічної освіти у вищій школі.

**Рябець Тетяна Олександрівна** – магістр педагогічної освіти, завідувач комп'ютерною навчальною лабораторією Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

*Наукові інтереси:* комп'ютерний дизайн та графіка.

**Рябець Максим Сергійович** – магістр, випускник кафедри прикладної математики, статистики та економіки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

*Наукові інтереси:* web програмування, хмарні технології.