

## **Ігровий рушій Unity як засіб демонстраційного моделювання динамічних фізичних явищ**

Цвик С.О., студент 4 курсу,  
Якименко М.С., к.ф.-м.н., доцент

*Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький*

Дослід – відтворення якого-небудь явища або спостереження за новим явищем у певних умовах з метою вивчення, дослідження. Демонстрація досліду – важлива частина навчання. Але є явища, які в силу своєї складності або відсутності необхідної матеріальної бази неможливо відтворити. В цьому випадку нам на виручку приходять комп'ютерне моделювання. Комп'ютерна модель розроблена на базі ігрового рушія може бути досить гнучкою, щоб можна було змінювати деякі вхідні дані, що робить її на порядок інтерактивнішою за будь-які відеоматеріали. Сучасні ігрові рушії, такі як Unity [1], забезпечують міжплатформенну підтримку, що дозволяє запустити розроблений додаток на широкому переліку пристроїв від звичайних ПК до телефонів під управлінням ОС Android.

На відміну від спеціалізованого програмного забезпечення для наукових досліджень ігрові рушії мають ряд переваг для демонстраційних та навчальних цілей, такі як краща інтерактивність, орієнтованість на візуальне представлення, вбудовані моделі багатьох процесів та явищ, можливість сумісної роботи над моделями та їх представленнями у візуальному середовищі декількома розробниками. Менша точність відтворення процесів реального світу в даному випадку не є суттєвим недоліком, більше того, це дозволяє пришвидшити обробку і забезпечити інтерактивну взаємодію.

Використання ігрових рушіїв із вбудованими моделями твердих тіл, гравітацією, системою зіткнень дозволяє спростити моделювання механічних систем твердих тіл, а також моделювання систем багатьох частинок в термодинаміці та статистичній фізиці. Такий підхід дозволяє полегшити засвоєння студентами окремих розділів, що традиційно є складними для вивчення. Так, використовуючи рушій TEALSim [2] у віртуальному середовищі проводиться, візуалізація та дослідження електричних та магнітних полів, закону електромагнітної індукції Фарадея.

У навчальному курсі [3] університету штату Огайо розглядається моделювання динаміки точок та твердих тіл, рух тіл Сонячної системи, динаміка деформівних тіл та гідродинаміка, а також питання обробки зіткнень із використанням Unity. Як завершальний проект студентам

пропонується написання власних ігор із використанням законів фізики реального світу.

В даній роботі пропонується використання ігрового рушія Unity для демонстраційного моделювання процесів електропровідності напівпровідників та роботи напівпровідникових пристроїв. Для створення 3D-моделей об'єктів доцільно використовувати редактор Blender [4]. Спершу проводиться моделювання руху електронів провідності та дірок для чистого напівпровідника засобами ігрового рушія, використовуючи вбудовану модель зіткнень електронів, яку слід доповнити додатковими взаємодіями із атомами; при цьому ймовірність розриву ковалентних зв'язків слід описати окремим параметром, який має фізичний зміст внутрішньої енергії (термодинамічної температури). Окремо описуються граничні умови на межі напівпровідника.

Далі, вводячи в середовище атоми домішок із іншими умовами на можливу кількість електронів, отримуються напівпровідники p- та n-типів, поєднуючи які можна утворити моделі напівпровідникових діодів, біполярних та польових транзисторів.

Слід зауважити, що подібне моделювання має демонстраційний та якісний характер і не може використовуватися для будь-яких кількісних розрахунків, що впливає із грубого характеру моделі. Проте такі механістичні пояснення часто використовуються при наочних демонстраціях і можуть розглядатися як перший крок до більш строгого дослідження відповідних явищ засобами фізики твердого тіла із врахуванням хвильової природи мікрочастинок.

Крім демонстраційних застосувань використання Unity дозволяє модифікувати програму для створення віртуальних лабораторних робіт, інтерактивних довідників тощо.

### Список літератури

1. Хокинг Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Дж. Хокинг. СПб.: Питер, 2016. – 336 с.
2. Pirker J. Understanding Physical Concepts using an Immersive Virtual Learning Environment / J. Pirker, S. Berger, C. Gutl, J. Belcher, P.H. Bailey // Proceedings of the 2nd European Immersive Summit (Paris, 26-27 November 2012). – P. 183-191.
3. CSE 3541: Computer Game and Animation Techniques [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://web.cse.ohio-state.edu/~wang.3602/courses/cse3541-2015-spring/>
4. Kent B.R. 3D Scientific Visualization with Blender / B.R. Kent. – San Rafael: Morgan & Claypool Publishers, 2015. – 91 p.