

# КИБЕРНЕТИКА

---

МРНТИ 28.23.24, 28.01.45

*Е.А. Дайнеко<sup>1,2</sup>, М.Т. Ипалакова<sup>1</sup>, Б.С. Омаров<sup>1</sup>,  
В.Г. Дмитриев<sup>1,3</sup>, А. Абдикерим<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Институт прикладных наук и информационных технологий,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Ольденбургский университет,  
г. Ольденбург, Германия

## **РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА 3D-СЦЕНЫ ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ\***

---

**Аннотация.** В статье рассматривается использование виртуальных лабораторных работ для изучения физики студентами технических вузов. Описано создание прототипа 3D-сцен. Представлена технологическая основа и реализация одного из прототипов на примере лабораторной работы "Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда". Показано, что использование виртуальных лабораторий при обучении физике обладает универсальностью и дает основание для рекомендации максимально широкого внедрения виртуальных компьютерных лабораторных работ в реальный учебный процесс в контексте разнообразия и оптимизации различных форм обучения, направленных на улучшение качества высшего образования. Описанные характеристики Microsoft NET XNA делают Framework отличным инструментом не только для создания игр, но и программных продуктов, подобно виртуальным физическим лабораториям.

**Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, Microsoft XNA, 3D-моделирование, машина Атвуда.

---

*\*Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2015 г., грант 2622/ГФ4, рег. № 20150115РК01145.*



**Түйіндеме.** Ақпараттық және байналыстық технологиялар жыл сайын жоғары білім жүйесінде маңызды рөл атқарып келеді. Виртуалды компьютерлік зертхана осындай бір жаңартпаны оқу үрдісіне ұсынады. Бұл мақалада виртуалды зертханалық жұмыстарды техникалық ЖОО-ның студенттері физиканы зерделеу үшін қолдануы қарастырылады. 3D көрінісінің прототипінің жасалуы, "Кинематика және динамика заңдарын Аутвуд машинасында зерттеу" зертханалық жұмысының мысалында бір прототиптің технологиялық негізі және оның жүзеге асуы берілген. Виртуалды физикалық зертхананың қолданылуы физиканы оқып-үйренуде жан-жақты етіп көрсетілген және виртуалды компьютерлік зертханалық жұмыстарды барынша кең түрде енгізу туралы ұсынысқа негіз береді. Виртуалды компьютерлік зертхананың нақты оқу процесіне қолданылуы мәнмәтінде әр түрлі оқытудың формаларының оптимизациясы, яғни оңайлатылған жолы жоғары білім сапасын жақсартуға бағытталған.

**Түйінді сөздер:** виртуалды зертхана, жоғарғы білім, 3D модельдеу, физика.



**Abstract.** The article discusses the use of virtual labs for the study of physics by the students of technical colleges, the prototypes of 3D scenes are described, the technological basement and realization of one of the prototypes on the example of laboratory work "The study of kinematics laws and dynamics on the Atwood machine." It is shown, that the use of virtual laboratories during the study of physics is universal and provides the basis for recommendation to the widest possible implementation of virtual computer laboratory works in the real learning processes in the context diversity and optimization of different types of education, aimed on the implementation of the quality of higher education. Described characteristics of Microsoft NET XNA make Framework an excellent tool, not only for the creation of games, but also for the creation of software products for the virtual physical laboratories.

**Key words:** Virtual laboratory, Microsoft XNA, 3D modeling, Atwood machine.

**Введение.** Одним из активно развивающихся направлений в области информационных технологий является использование трехмерных изображений и динамических сцен с фотореалистичным эффектом. Такие технологии находят свое применение при моделировании различных процессов и явлений, например в физике, позволяя создавать в виртуальном мире наглядные и зачастую неотличимые от их реальных прототипов образы. Создание 3D-изображений подразумевает построение геометрической проекции трехмерной модели сцены на плоскость

с помощью специализированных программ. Учитывая огромное количество нюансов и деталей, которыми обладают объекты в реальном мире, создание таких сцен требует большого объема работы и вычислительной мощности компьютера. При создании 3D-изображений используются 2 тесно связанных этапа – моделирование и рендеринг.

Моделирование представляет собой метод исследования объектов познания на их моделях, построение и изучение моделей реально существующих предметов и конструируемых объектов для определения либо улучшения их характеристик, способов их построения, управления ими и т.п. Процесс 3D-моделирования, или создания сцены, включает в себя следующие 3 элемента.

**Субъект или исследователь.** При построении модели требуются определенные знания об основных объектах и коммуникациях, которые должны быть предоставлены в виде 3D. Для необходимого и достаточного сходства оригинала и модели требуется провести конкретный анализ. Исходя из полученной информации, проводится поиск аналогов объектов (фото) и придумывание прототипов для визуализации плана расположения объектов. Особое внимание уделяется согласованию выбранных прототипов перед началом работ по их визуализации.

**Объект исследования.** На данном этапе модель выступает как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение "модельных" экспериментов, т.е. исследования в управляемых условиях, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о её "поведении". Конечным результатом этого этапа является совокупность знаний о модели. При этом существует несколько категорий объектов:

- геометрия: построенная с помощью различных техник модель, например, дом;
- материалы: информация о внешних свойствах модели, например цвет поверхности, и отражающая/преломляющая способность окон;

- источники света: настройки направления, мощности, спектра освещения;
- виртуальные камеры: выбор точки и угла построения проекции;
- силы и воздействия: настройки динамических искажений объектов, применяются в основном при анимации;
- дополнительные эффекты: объекты, имитирующие атмосферные явления (свет в тумане, облака, пламя и т.д.).

*Модель.* Здесь модель отражает отношение познающего субъекта или исследователя и познаваемого объекта. При этом происходит перенос знаний с модели на оригинал. Одновременно осуществляется переход с "языка" модели на "язык" оригинала. Процесс переноса знаний проводится по определенным правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с учетом тех свойств объекта-оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели. Кроме того, необходима практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им.

**Технологическая основа.** Наиболее приемлемой платформой для разработки виртуальных лабораторных работ была выбрана Microsoft XNA. Она включает в себя поддержку аппаратного 3D ускорения в Windows Phone 7 и интеграцию с Visual Studio 2010 и 3ds Max, которая, в свою очередь, является программной системой для непосредственного создания и редактирования трехмерной графики.

3DS Max – это наиболее популярное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации, предусматривающее высокопроизводительные инструменты, необходимые для создания зрелищных кинофильмов и телевизионных заставок, современных компьютерных игр и презентационных материалов. Интерфейс представлен на рис. 1.

В окне программы в трехмерном пространстве из различных примитивов (базовые трехмерные фигуры) и сплайнов (математически запрограммированные линии) путем различных операций трехмерных преобразований создается первоначаль-

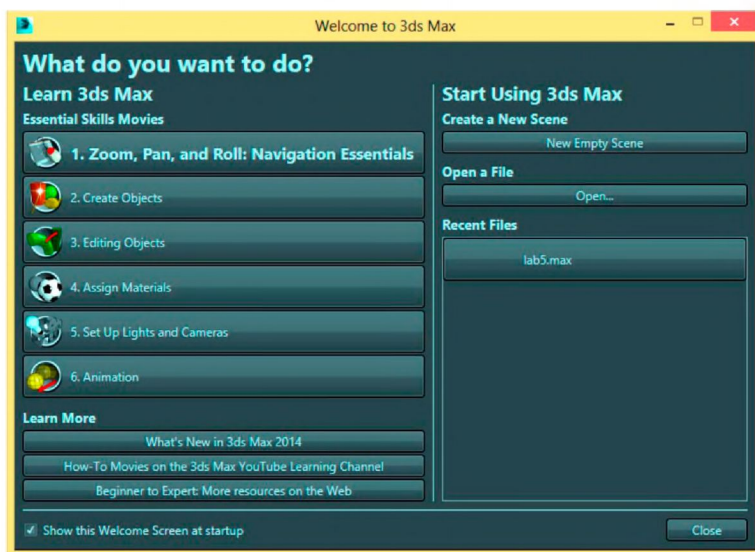


Рис. 1. Окно "Приветствие" 3DS Max

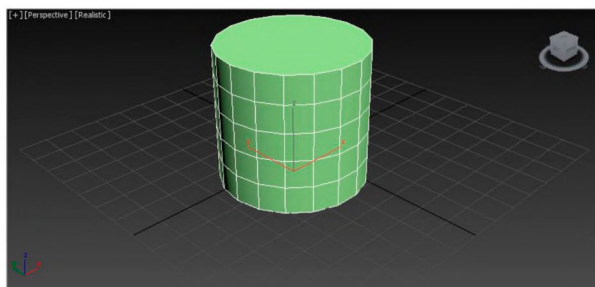


Рис. 2. Компоненты разработки моделей 3DS Max

ный образ (рис. 2). Затем полученному образу придают цвет и фактуру, используя различные материалы и накладывая заранее подготовленные текстуры (рис. 3).

После этого настраиваются свет, его источники, яркость, накладываются тени и каустик-эффекты (блики) (рис. 4).

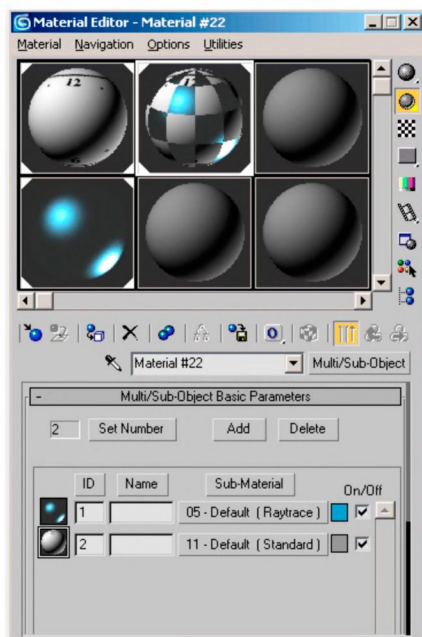


Рис. 3. Материал Multi/Sub-Object

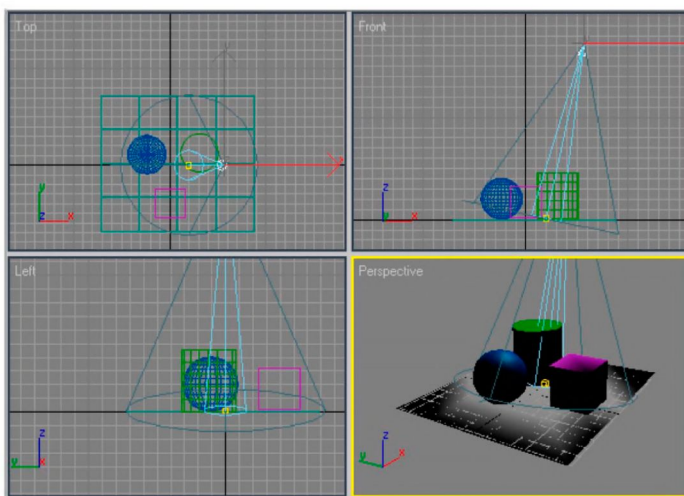


Рис. 4. Создание источника света Target Spot

Также выбирается угол обзора виртуальной камеры, т. е. определяется, с какого ракурса будет виден объект после визуализации. Если необходимо, накладываются дополнительные статические или динамические эффекты.

Следующий этап при создании 3D-изображений - рендеринг, т. е. процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы. Здесь моделью служит описание любых объектов или явлений на строго определённом языке или в виде структуры данных. Такое описание может содержать геометрические данные, положение точки наблюдателя, информацию об освещении, степени наличия какого-то вещества, напряжённость физического поля и т.д.

Практически в любой программе для создания трехмерных изображений имеется как встроенный рендер, так и дополнительно подключаемые модули. По объективным причинам "штатный" рендер зачастую не удовлетворяет нуждам профессиональных художников. Поэтому сразу несколько коллективов разработчиков предлагают свои рендеры, совместимые с большинством программ моделирования. Вот лишь самые популярные из них: Mental Ray (Discreet), Brazil Rendering System (Splutterfish), V-Ray (Chaos Studios), Final Render (Cebas).

По окончании разработки 3D-модели сохраняются в формате .fbx. Далее они импортируются в среду разработки Microsoft Visual Studio и используются при дальнейшей разработке проекта. На рис. 5 показана структура виртуальной физической лаборатории после прохождения подготовительного этапа.

**Техническая реализация первого прототипа.** Одной из лабораторных работ, входящих в состав "Виртуальной физической лаборатории", является физический эксперимент под названием "Изучение законов кинематики и динамики на машине Атвуда". Основная задача данной работы – создание обучающего программного обеспечения с учетом основных принципов эффективности, таких, как минимальные системные требования, научная достоверность модели и реалистичность демонстрируемых физических процессов. Как показано на рис. 6, для создания реалистичной 3D-модели было использовано про-

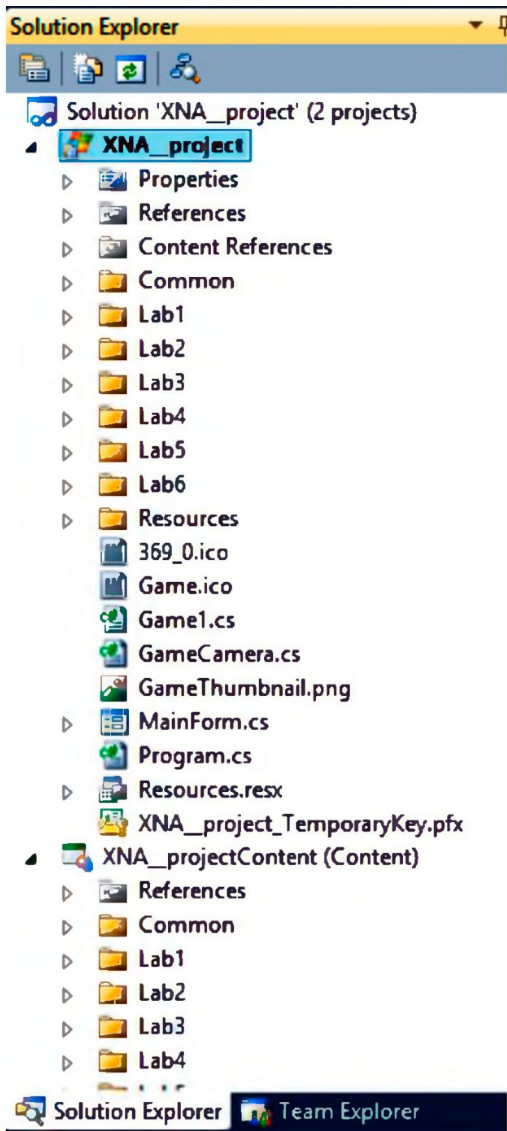


Рис. 5. Структура виртуальной физической лаборатории после написания кода и создания 3D-моделей



граммное обеспечение 3DS Max. Преимуществами выбора данного программного набора инструментов являются простота изучения и минимальные системные требования. 3ds Max предоставляет разработчикам возможность контролировать весь процесс построения модели-объекта, начиная от моделирования и анимации, и заканчивая наложением текстур и послойным рендерингом. Данный трехмерный редактор позволяет осуществлять такие функции, как моделирование физики твердых и мягких тел, расчет поведения тканей и т.д.

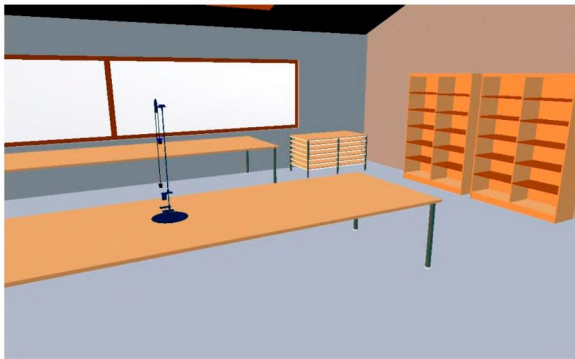


Рис. 6. Прототип 3D-сцены проекта «Виртуальные физические лаборатории» для машины Атвуда

Спроектированные 3D-модели и сцены были экспортированы для дальнейшего использования в виртуальной лабораторной работе. Непосредственно приложение лабораторной работы, помимо рабочего интерфейса, предоставляет пользователям возможность работы с самой трехмерной моделью. То есть при помощи разработанного приложения можно взаимодействовать с созданной моделью, запускать определенные физические процессы и следить за их выполнением.

Основная логика работы первого прототипа была реализована на базе функционала, предоставляемого фреймворком под названием Microsoft.NET XNA [1-3]. Данный фреймворк содержит набор инструментов, которые прежде всего нацелены на облегчение создания интерактивных компьютерных игр. .NET XNA по-

могает разработчикам избавиться от "повторяющегося шаблонного кода" [4] и реализовывать большинство аспектов, связанных с разработкой игр, в одной системе. Этот продукт включает ряд библиотек, методов, концептов и алгоритмов, которые наиболее часто используются разработчиками игр, что позволяет переиспользовать программный код для разных платформ. Игры, написанные с помощью данной технологии, запускаются на любой платформе, поддерживающей .NET XNA Framework. Причем в большинстве случаев без изменений в коде или же с минимальными изменениями. При разработке игр может быть использован любой .NET-совместимый язык, однако единственным официально поддерживаемым языком программирования является С# [5]. Описанные выше характеристики делают .NET XNA Framework отличным инструментом не только для создания игр, но также и для создания других, близких к играм по духу, программных продуктов подобно виртуальным физическим лабораториям.

### **Выводы**

Таким образом, следуя описанному алгоритму для каждой из лабораторных работ, включенных в состав виртуальной физической лаборатории, можно разработать все трехмерные сцены, необходимые для визуализации происходящих в ходе эксперимента физических процессов.

### **Список литературы**

1 *Furtado A. W. B., Santos A. L., Ramalho G. L.* Computer games software factory and edutainment platform for Microsoft.Net // IET Software. – 2007. – № 1 (6). – P. 280-293.

2 *Sung K., Panitz M., Wallace S., Anderson R., Nordlinger J.* Game-themed programming assignments: the faculty perspective // ACM SIGCSE Bulletin. - 2008. - № 40 (1). - P. 300-304.

3 *Wu B., Wang A. I., Strom J.-E., Kvamme T. B.* An evaluation of using a game development framework in higher education // Software Engineering Education and Training, 2009. – P. 41-44.

4 C# Language Specification [Электронный ресурс] / Microsoft – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms228593.aspx>, свободный. – Загл. с экрана.

5 Hejlsberg A., Torgersen M., Wiltamuth S., Golde P. The C# Programming Language (Covering C# 4.0). – Boston: Addison-Wesley Professional, 2010. – 844 p.

**Дайнеко Евгения Александровна**, PhD, ассистент-профессор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций, тел. +7 701-730-5195, e-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com

**Ипалакова Мадина Тулегеновна**, к.т.н., ассистент-профессор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций, тел. +7 705-501-4344, e-mail: m.ipalakova@gmail.com

**Дмитриев Виктор Геннадьевич**, магистр, PhD докторант, e-mail: dmitriyev.viktor@gmail.com

**Омаров Батырхан Сулатович**, магистр, кафедры "Информационные системы", e-mail: batyahan@gmail.com

**Абдикерим Айдана**, тьютор кафедры компьютерной инженерии и телекоммуникаций, e-mail: idon.abdikirim@gmail.com