

УДК 004.92

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ В ШАХТЕ****Степных А.В., Коханова Ю.И., Карабчевский В.В.**Донецкий национальный технический университет  
кафедра компьютерных систем мониторингаE-mail: [AnnStepnyh@gmail.com](mailto:AnnStepnyh@gmail.com), [kohanova.julia@gmail.com](mailto:kohanova.julia@gmail.com)**Аннотация**

*Степных А.И., Коханова Ю.И., Карабчевский В.В. Моделирование опасных ситуаций в шахте. Рассмотрены методы моделирования и анимации трехмерных объектов, способы создания интерактивности. Созданы трехмерные модели шахтного туннеля, огнетушителя, пожарного крана и рукава, арочных крепей, шахтного телефона и т.д. Определены и смоделированы правила поведения шахтера при пожаре в шахтной выработке. Добавлена интерактивность к созданной модели шахтной выработки.*

**Введение**

В последнее время на шахтах Украины происходит все больше и больше аварий. По статистике компании Whites Communication, с 2011 году на шахтах погибло около 160 горняков [1]. Украинские шахты считаются вторыми среди самых опасных в мире после китайских. Большинство аварийных ситуаций в выработках происходит по невнимательности, неосторожности.

Моделирование опасных ситуаций в шахте позволит наглядно продемонстрировать правила поведения шахтера в шахтной выработке в той или иной ситуации, научить пользователя правилам элементарной техники безопасности в шахте. Наглядная демонстрация, вместе с практическим закреплением позволит обучающемуся закрепить основные правила техники безопасности в шахте и на производстве.

**Постановка задачи**

В настоящее время при обучении студентов на специальностях горно-геологического факультета тема безопасности и правил поведения шахтера в выработке актуальна. Ведутся многочисленные работы для предотвращения аварийных ситуаций в шахтах, проводятся различные лекции, семинары. Но для закрепления лекционного, теоретического материала необходима наглядная его визуализация.

Целью данной работы является создание интерактивного приложения для тестирования знаний студента по технике безопасности в шахте с возможностью просмотра анимационных видеороликов, демонстрирующих элементарную последовательность действий шахтера в аварийных ситуациях. Данное приложение может быть использовано в процессе обучения на специальностях горно-геологического факультета.

**Материал исследования**

Методы моделирования трехмерных объектов, а также атмосферных эффектов и их анимация, способы создания интерактивности в существующих моделях легли в основу создания интерактивного приложения «Пожар в шахте».

Первым этапом было моделирование шахтной выработки, где за основу были взяты реальные размеры ее составляющих в пропорции: туннеля, арки, атрибутов пожарной безопасности, телефона, лампы и многих других. На рисунке 1 изображена модель шахтной выработки.

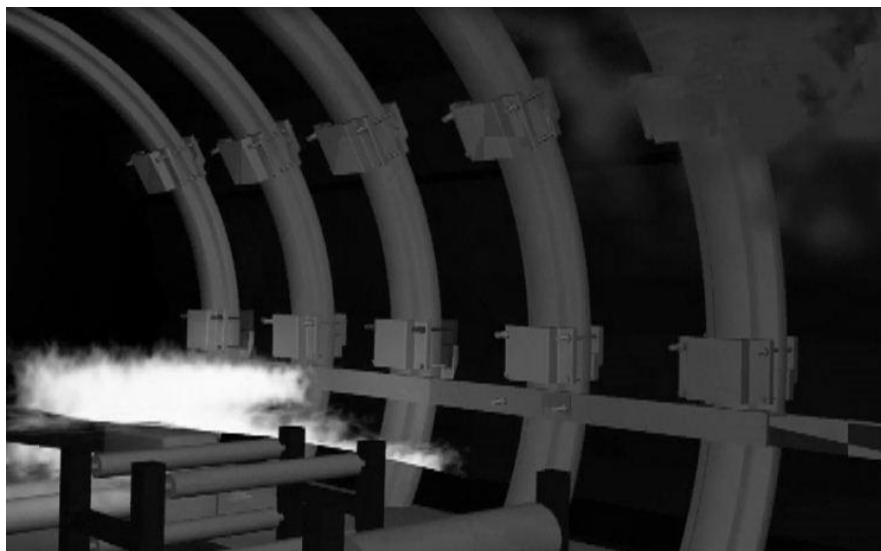


Рисунок 1 – Модель шахтной выработки

Все объекты данной сцены были смоделированы средствами 3DS MAX.

Такие эффекты, как огонь и дым для имитации пожара, система частиц для имитации струящейся пены огнетушителя и воды пожарного рукава также разрабатывались стандартными средствами 3DS MAX. Данные средства обладают всеми необходимыми возможностями для создания реалистичного эффекта горения и распыления. В разработке тушения пожара огнетушителем была задействована сложная система частиц, вследствие чего было достигнуто реалистичное изображение струящейся пены [6,7].

Для качественного и реалистичного отображения шахты на видеоролике также необходимо обеспечить хорошее освещение.

Следующим этапом стал выбор программных средств для реализации интерактивности в полученной модели шахтной выработки. Для этого, в первую очередь был проведен обзор программ и библиотек, позволяющих достичь нужного эффекта. Рассмотрены такие средства, как:

- Kochol Game Engine – объектно-ориентированный игровой 3D-движок с открытым исходным кодом, в качестве графического API используется OpenGL и DirectX. В нем реализованы эффекты воды, огня, отражения и тумана. Включает в себя встроенную динамическую физику, проверку столкновений и физику твердых тел, основанную на [PhysX](#);

- Jet3D – открытый игровой движок, написанный на языке C++ и использующий его для программирования. Использует OpenGL и DirectX. Физика – базовая: обнаружение столкновений, поддержка твердых тел, и т.д.

- Vicious Engine – игровой 3D-движок для Windows, включающий в себя графический движок, физический движок и звуковой движок. Для работы используется скриптовый язык программирования, с возможностью проверки ошибок.

- Shark3D – движок, предназначенный для разработки любых 3D, презентаций, виртуальных реальностей. Поддерживает качественные пиксельные шейдеры, шейдерные эффекты, источники света, скелетную анимацию, неограниченную в количестве слоев, мягкие динамические тени, систему частиц, 2D и 3D фоны, импорт моделей из 3DS MAX и т.д.;

- Unreal Development Kit – система разработки игр. Использует физический движок от NVIDIA's PhysX. Имеются инструменты для управления системой кинематики. Имеется поддержка формата FBX от Autodesk для импорта мешей и анимации [5];

- NeoAxis Engine – движок, предназначенный для создания 3D-игр и других интерактивных приложений. Для программирования позволяет использовать любой .NET язык. Использует два физических двигателя – [PhysX](#) и ODE. Имеется возможность импорта моделей из 3DS MAX [4];

- Unity3D – это мультиплатформенный инструмент для разработки [2-х](#) и [3-х мерных](#) приложений и игр, работающий под операционными системами [Windows](#) и [OS X](#). Имеется возможность импорта моделей из 3DS MAX [3];

- И многие другие.

В результате были выделены такие программные средства, как NeoAxis Engine, Unity3D и Unreal Development Kit. Ниже приведена сравнительная таблица этих приложений (см. табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ игровых движков

	UDK	NeoAxis Engine	Unity3D
Язык программирования	UnrealScript	<i>C#, C/C+</i>	<a href="#">C#</a> , <a href="#">JavaScript</a> и <a href="#">Boo</a>
Редактор карт	Unreal Editor	Map Editor	Unity
Импорт из 3DS MAX	+	+	+
Физика	PhysX, Unreal PhAT	PhysX, <a href="#">ODE</a>	PhysX
Платформа	<a href="#">Microsoft Windows</a> , <a href="#">Linux</a> , <a href="#">Mac OS</a> и <a href="#">Mac OS X</a> , <a href="#">webOS</a>	Microsoft Windows, <a href="#">Mac OS</a> (развертывание)	<a href="#">Windows</a> и <a href="#">OS X</a>
Графика	DirectX11	Direct3D, OpenGL	<a href="#">DirectX</a> и <a href="#">OpenGL</a>
Системы частиц	+	+	+
Система рендеринга	<a href="#">Direct3D</a> , <a href="#">OpenGL</a> , <a href="#">Pixomatic</a> , <a href="#">Glide API</a> , <a href="#">S3 Metal</a> , <a href="#">PowerVR SGL</a>	<a href="#">Direct3D</a> , <a href="#">OpenGL</a> , <a href="#">Pixomatic</a> , <a href="#">Glide API</a> и т.д.	OpenGL 2.1, OpenGL ES, DirectX 9.0c ++, Deferred Rendering, Multithreaded rendering, HDR rendering и т.д.
Наличие уроков	+	+	+
Доступность	Коммерческий	Свободный	Свободный

Изначально для реализации интерактивности был выбран NeoAxis Engine. Но в ходе импорта моделей из 3DS MAX возникла проблема малого объема оперативной памяти. После неудачных попыток устранить эту проблему, было принято решение воспользоваться программными средствами Unity3D.

Конечным этапом стало создание интерактивного приложения «Пожар в шахте». Первым шагом в процессе этой работы был импорт файла сцены из 3DS MAX. Это достаточно простой процесс – необходимо просто экспортировать файл из 3DS MAX в формате FBX и поместить его в папку проекта. В последних версиях Unity3D этот процесс еще более облегчен – достаточно файл с расширением \*.max поместить в папку проекта, а Unity сам конвертирует его в нужный формат.

Далее стал вопрос физики: возникла проблема отсутствия физических свойств стен. Так как изначально персонаж мог проходить сквозь стены. Для того, чтобы решить эту проблему, необходимо просто добавить к нужной стене коллайдер ([Colliders](#)).

Коллайдеры бывают разными. Например, статические коллайдеры (Static Colliders) используются для малоподвижной геометрии. Есть ещё один способ применения коллайдеров – использование их в качестве триггеров.

Триггер – механизм, активирующий то или иное событие (появление текста, открытие двери, взрыв и т.п.) Например, события могут активироваться при столкновении объекта с коллайдером. Составной коллайдер – это комбинация примитивных коллайдеров, действующая как единый коллайдер [2].

Затем нужно было добавить системы частиц: для огня и пены огнетушителя. Система частиц работает, используя одну или две текстуры и отображает их многократно, создавая хаотичный эффект (см. рис. 2). Что касается огнетушителя, то для него написан скрипт, в результате выполнения которого загружается новая сцена, содержащая пену и затухающий огонь [2].

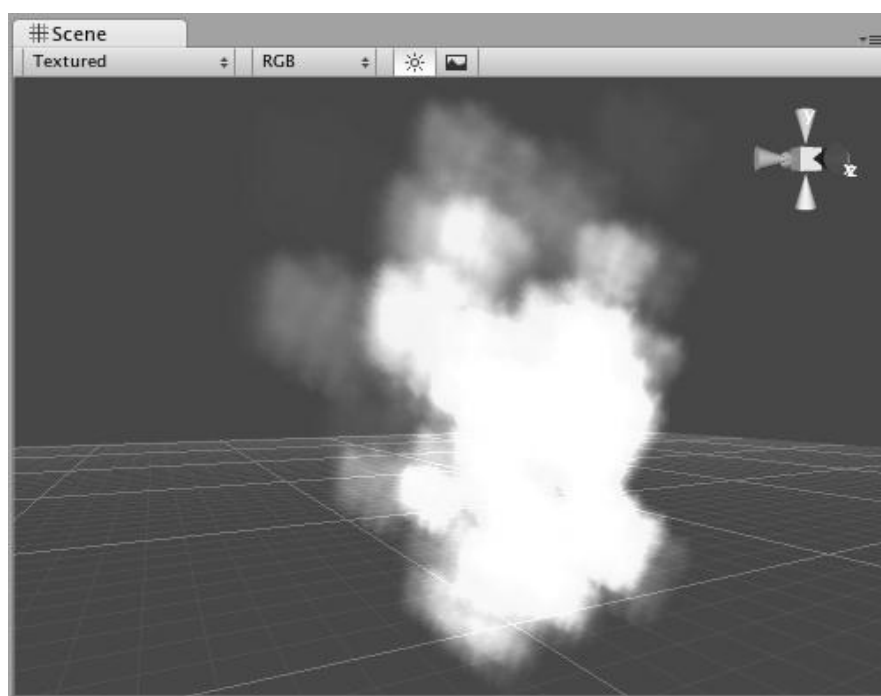


Рисунок 2 – Система частиц

Заключительным этапом стала «сборка» данного интерактивного приложения. Для этого изначально нужно определить список сцен, которые входят в приложение. В процессе сборки пустой файл игры будет размещён в указанном пользователем месте [2]. Затем в соответствии со списком сцен и настройками сборки, редактор будет открывать поочерёдно каждую сцену, оптимизировать её и включать в приложение. Затем будут вычислены все ресурсы, необходимые для обработанных сцен, и размещены в отдельном файле рядом с исполняемым файлом приложения.

Экранная форма работы приложения представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Работа приложения

### Выводы

В результате работы над видеороликом были приобретены навыки работы со средой моделирования трехмерных объектов 3DS MAX, программными средствами NeoAxis Engine и Unity3D. Результаты работы предназначены для применения в обучении технике безопасности в шахтах, что приведет к снижению количества аварий в выработках.

Среди недостатков разработанного приложения нужно отметить низкую детализацию объектов, малое количество модулей, не быструю работу. Это обусловлено недостатком ресурсов оперативной памяти и недостаточно высокой производительностью процессора компьютера, на котором производилось моделирование объектов.

В перспективе предполагается модернизация данного приложения, добавление новых заданий. Так же предполагается создание приложения для автоматизации моделирования шахтных выработок.

Наглядная демонстрация поведения шахтера в аварийной ситуации позволит лучше закрепить теоретические знания на практике, позволит таким образом снизить влияние человеческого фактора на количество аварий в шахтных выработках. А, следовательно, и уменьшить смертность на выработках.

### Список литературы

1. Media-Pulta – сервис рассылок пресс-релизов в СМИ / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [www/ URL: http://www.mediapulta.com/show/release/3089\\_na\\_straje\\_demokratii\\_2012\\_vyipusk\\_2](http://www.mediapulta.com/show/release/3089_na_straje_demokratii_2012_vyipusk_2) – Загл. с экрана.
2. Unity – Unity Manual / Интернет-ресурс. – Режим доступа : [www/ URL:http://docs.unity3d.ru/Manual/](http://docs.unity3d.ru/Manual/) – Загл. с экрана.
3. Unity3D по-русски! / Интернет-ресурс. – Режим доступа : [www/ URL:http://unity3d.ru/](http://unity3d.ru/) – Загл. с экрана.
4. Neoaxis Game Engine / Интернет-ресурс. – Режим доступа : [www/ URL:http://www.neoaxis.com/](http://www.neoaxis.com/) – Загл. с экрана.
5. UDK – Unreal Development Kit – Epic Games / Интернет-ресурс. – Режим доступа : [www/ URL:http://udk.com/](http://udk.com/) – Загл. с экрана.
6. Джамбруно, М. Трехмерная графика и анимация / М. Джамбруно. – М.: Вильямс, 2002. – 640 с.
7. Маров, М.Н. 3DS MAX. Моделирование трехмерных сцен / М.Н. Маров. – СПб.: Питер, 2005. – 560 с. (+CD)