

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

УДК 004.946

О. В. Голубева*

кандидат физико-математических наук, доцент

В. В. Курлов**

кандидат технических наук, доцент

Е. Ю. Гарист*

студент

П. В. Синяк*

студент

*Полоцкий государственный университет

**Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ НАВЫКОВ ПОВЕДЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Изложен подход к построению архитектуры специализированного программно-аппаратного VR-комплекса с учетом современных тенденций обучения в направлении безопасности жизнедеятельности человека. Рассмотрен инструментарий формирования программной части VR-комплекса. Обозначены перспективы внедрения, развития и диверсификации VR-комплекса.

Ключевые слова: виртуальная реальность, безопасность жизнедеятельности человека, виртуальный тренажёр, среда разработки.

В представлен опыт разработки программно-аппаратного VR (virtual reality)-тренажёра для отработки навыков поведения человека в чрезвычайных ситуациях. Погружение в иммерсивный мир реализовано с помощью специализированного оборудования на платформе HTC Vive – беспроводного шлема с разрешением 1440×1600 px на каждый глаз, частотой обновления 90 Гц, углом обзора 110°, контроллеров с датчиками SteamVR Tracking (система позиционного трекинга «снаружи внутрь»), акселерометром, гироскопом, датчиком приближения, сенсором IPD для подстройки межзрачкового расстояния, высокопроизводительного компьютера.

Комплекс используется стационарно с подключением к компьютеру через кабель, что даёт возможность видеть детализированное, плавное без задержек, отображение виртуального мира. Человек может взаимодействовать с трёхмерной искусственной средой, манипулируя объектами и выполняя конкретные задачи. Программная часть тренажёра уникальна, полных аналогов не найдено.

Актуальность разработки обусловлена её способностью повышения эффективности обучения в области безопасности жизнедеятельности человека, что достигается усовершенствованием человеко-машинного интерфейса за счёт реализации опасных ситуаций в режиме реального времени, имитации окружающей обстановки с высокой степенью реализма, обеспечения возможности воздействовать на окружающую среду и иметь обратную связь [1].

Использование тренажера позволяет многократно виртуально воспроизводить ситуации, воссоздание которых в реальности требует серьёзных материальных ресурсов и может оказаться опасным для жизни и здоровья человека [2].

Сценарий VR-контента создан путём взаимодействия группы разработчиков (студенты второго курса факультета информационных технологий Полоцкого государственного университета, Беларусь) с экспертами Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. Содержит модели семнадцати чрезвычайных ситуаций и пути выхода (правильные и неправильные) из них. Опасности, одна за другой, возникают в локации «жилая квартира высотного дома». Для ликвидации опасности пользователь должен выбрать из нескольких имеющихся правильный последовательный набор средств и действий.

Например, для тушения возгорания электроприбора (тостера) на кухне нужно сначала выдернуть вилку прибора из розетки (изоляция на вилке, розетке, ближайших участках провода не повреждена пламенем), затем затушить пламя подручными средствами, не проводящими ток, имеющимися, как правило, в среднестатистической кухне – землёй из цветочного горшка или содой. Предусмотрена возможность неправильных действий: тушение возгорания электроприбора водой. В результате чего возникает виртуальный огненный взрыв.

При разработке программного VR-контента особое внимание уделено нелинейности сценария, качеству погружения, графической оптимизации, реализации перемещения не вызывающего тошноты. Программа выполнена с помощью системы написания скриптов геймплея Blueprints Visual Scripting в среде разработки Unreal

Engine 4 (UE4), где по сравнению с аналогами лучше оптимизированы вычисления и высока достоверность изображений. Код программы состоит из узлов (nodes), соединённых линиями передачи данных. Каждый узел представляет операцию: функцию, событие, оператор. Линии передачи данных связывают узлы в логические цепочки, позволяющие программе выполнять действия в заданной последовательности [3].

На рис. 1 представлен фрагмент графического кода части сценария «Возгорание сковороды». Каждая часть кода начинается с вызова события (в данном примере представлены события таймера и взятия предмета).

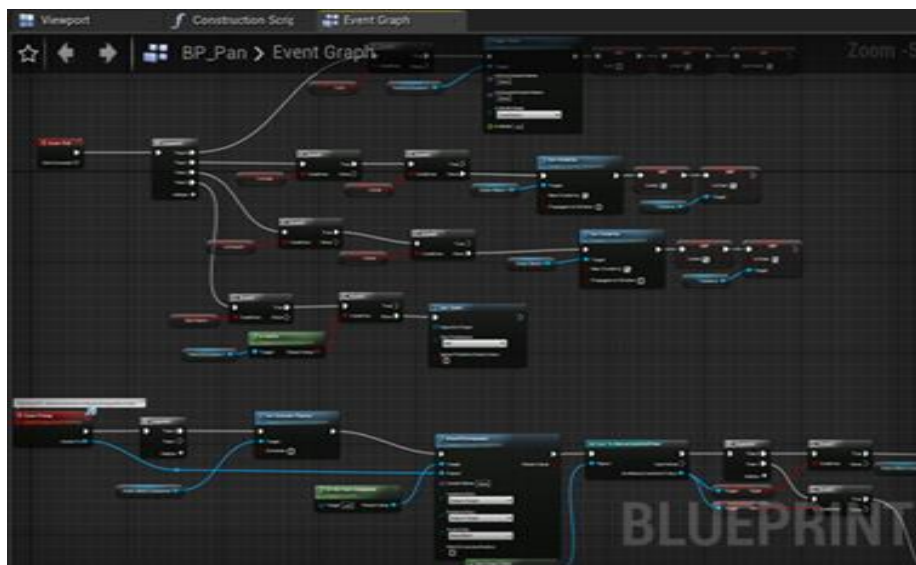


Рис. 1. Пример графического кода части сценария «Возгорание сковороды»

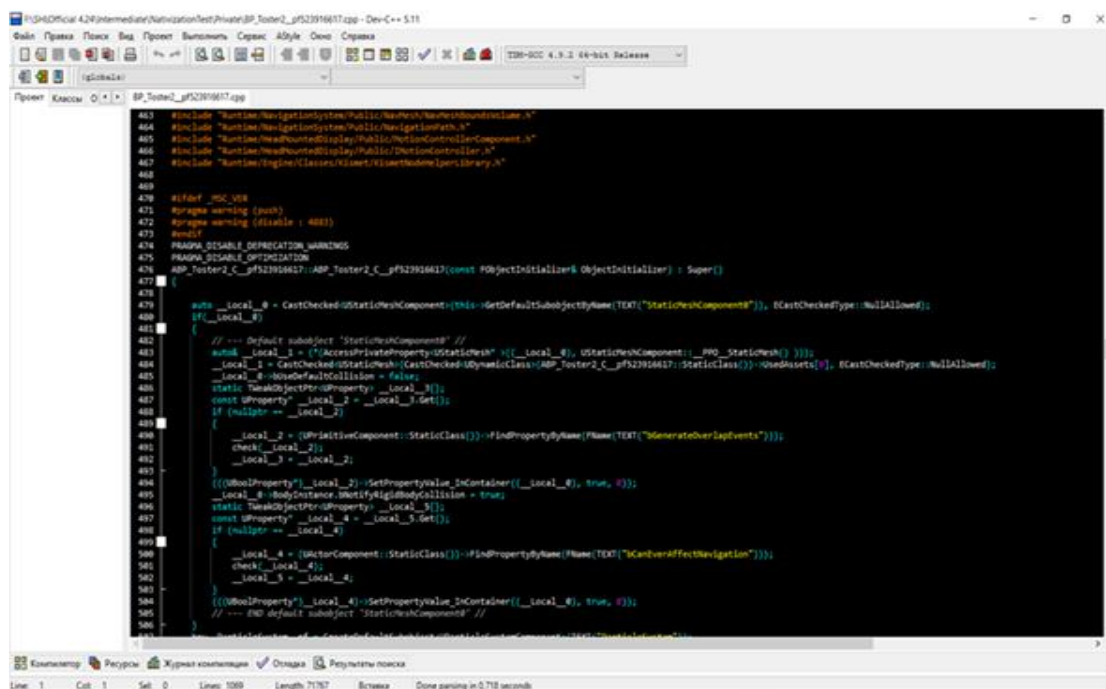


Рис. 2. Пример кода на языке C++ части сценария «Возгорание тостера»

Событие Event Tick (таймер) вызывается через определённый промежуток времени, установленный средой разработки, что позволяет избежать перегрузки вычислительных ресурсов компьютера в процессе игры. Событие Event Tick начинает последовательность действий, в которой проверяется, тушится ли огонь в сковороде одним из представленных в VR-тренажёре способом: крышкой, содой, землёй, водой. Если срабатывает условие тушения сковороды водой (неверный способ), то в событии вызывается система, которая запускает огненный взрыв с последующим завершением игры. Если срабатывает условие тушения верными способами, то осуществляется переход к следующей опасной ситуации.



Рис. 3. Пример локации «Кухня» с опасностью «Горячая сковородка»



Рис. 4. Пример локации «Кухня» с потенциальной опасностью «Тостер»

Огненный взрыв представляет собой систему частиц. Системы частиц являются ключевым компонентом визуальных эффектов взрыва, дыма, дождя и т.п. UE4 имеет надежную и простую в использовании систему для создания эффектов частиц, называемых каскадом. Эта система позволяет создавать модульные эффекты и легко контролировать поведение частиц, поэтому и применена в проекте ко всем сыпучим и жидким объектам.

Событие Event Pickup (взятие предмета) используется для реализации возможности пользователя взять в руку предмет. Для того чтобы взятый предмет мог перемещаться вместе с пользователем в пространстве, отключается физика предмета, что является стандартной функцией UE4, отвечающей за возможность предмета стоять на поверхности не проваливаясь. Стандартной функцией симуляции силы гравитации предмета реализовано падение предметов с разными скоростями. После отключения физики предмет присоединяется к руке под нужным углом, контролируемым разработчиком. Затем осуществляется проверка на руку, в которую взят предмет, чтобы установить разное положение предмета в каждой руке.

Использованные в проекте 3D-модели выполнены разработчиками самостоятельно посредством программного обеспечения Autodesk 3ds Max. На рис. 5–8 приведён пример создания модели «Коробка соды».

Для достижения глубокого эффекта присутствия все процессы по сценарию сопровождаются соответствующими звуковыми эффектами, настройка которых произведена с помощью аудио редактора Sound Cue Editor. Скорость рендеринга составляет 30 кадров в секунду, что нивелирует ощущения дискомфорта от сцен, рывки и замедленные движения.

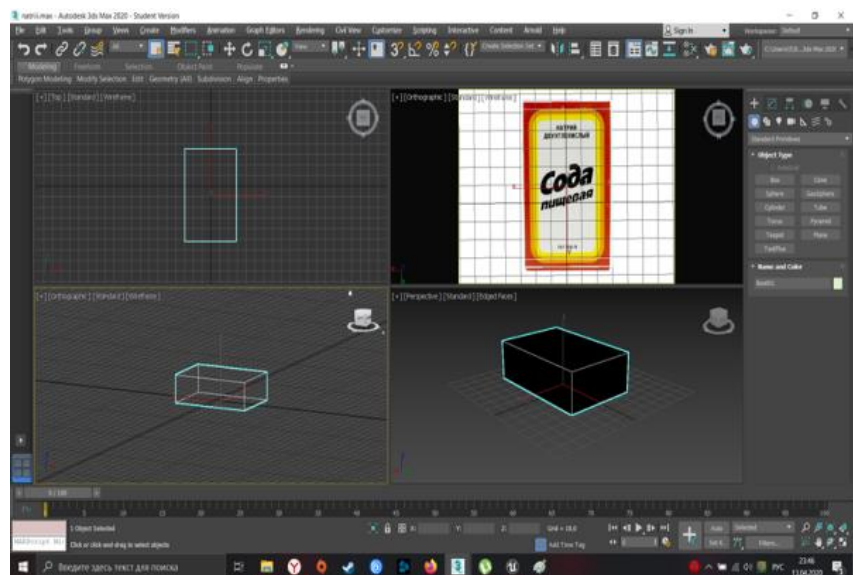


Рис. 5. Создание модели «Коробка соды»

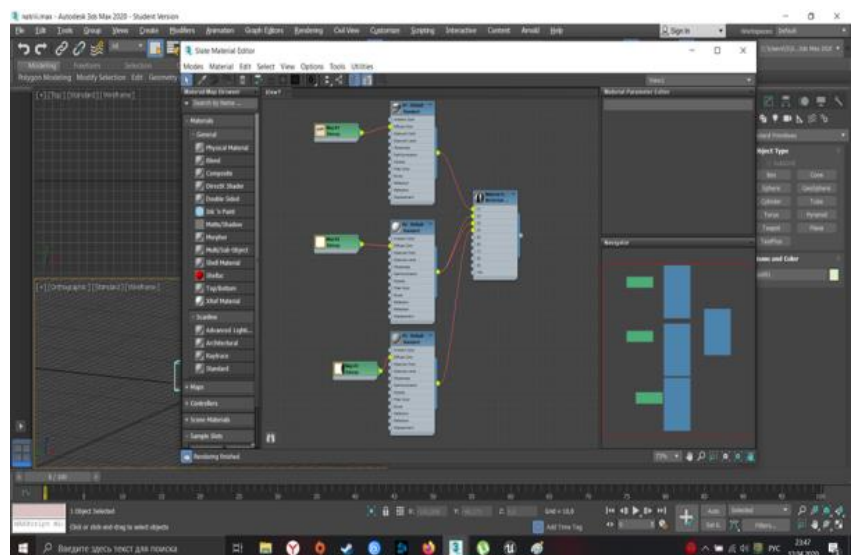


Рис. 6. Настройка текстуры модели «Коробка соды»



Рис. 7. Импортёрванная и настроенная модель «Коробка соды» в UE4

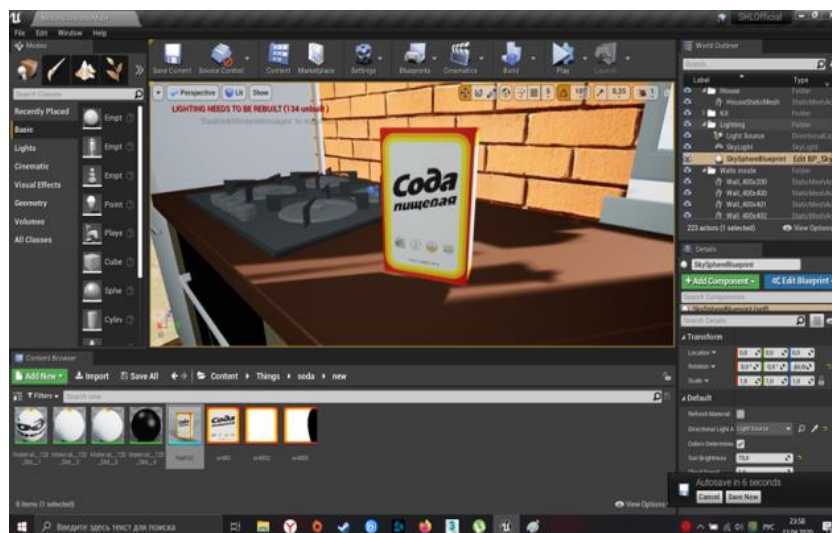


Рис. 8. Добавленная в сцену модель «Коробка соды»

Программно-аппаратный комплекс на основе технологий виртуальной реальности для выработки навыков поведения в чрезвычайных ситуациях, автоматизирующий процесс обучения безопасности жизнедеятельности человека, создан для внедрения в 2020 г. в работу Центра безопасности МЧС Республики Беларусь в г. Новополоцке. Также возможно применение комплекса в учебных заведениях в рамках преподавания соответствующих дисциплин, на предприятиях и в организациях при проведении инструктажей по технике безопасности. VR-тренажёр, сценарий которого можно масштабировать в направлении промышленной безопасности, призван формировать опыт адекватного поведения в условиях, имитирующих реальную опасность [4], [5].

Обучение при помощи VR-тренажёров навыкам работы с высокотехнологичным оборудованием или поведению в случаях, связанных с угрозой здоровью и жизни человека, является перспективным по сравнению с классическими способами в части эффективности усвоения материала и минимизации затрат на воссоздание сложных, часто уникальных ситуаций.

Библиографический список

1. Соснило А. И., Устюжанина М. Д. Технологии виртуальной и дополненной реальности как факторы государственной экономической политики и роста конкурентоспособности бизнеса // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2019. № 2. С. 204–218.
2. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности». М.: 2019. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vtrg.pdf> (дата обращения: 02.09.2021).
3. Ипполитова А. А. Разработка аппаратно-программного образовательного многофункционального комплекса с использованием VR/AR-контента [Электронный ресурс] // Вестник современных исследований. Электрон. журн. 2019. № 8. URL: <https://orcacenter.ru> (дата обращения: 02.09.2021).
4. Виртуальная реальность в промышленности: возможности и ограничения [Электронный ресурс] // «ГЕОЛАЙН Технологии». URL: <https://geoline-tech.com/vr-manufacturing/> (дата обращения: 02.09.2021).
5. Радченко В. М., Бондарь Е. М., Чуланов А. О., Фёдоров Н. А., Лецина А. Е. Применение систем виртуальной реальности при подготовке персонала к борьбе за живучесть // Программные продукты и системы. 2015. №4 (112). С. 34–38.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ – 2021

Международный форум
10–11 ноября 2021 г.

Сборник докладов

УДК 519.7
ББК 22.18
М34

М34 Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве – 2021:
Междунар. форум (СПб., 10–11 ноября 2021 г.): сб. докл. – СПб.: ГУАП, 2021. – 328 с.
ISBN 978-5-8088-1682-4

В сборнике представлены доклады участников Международного форума «Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве – 2021», проведенного в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения как сателлитное мероприятие XXIX Международного конгресса математиков (Санкт-Петербург, июль 2022 г.). Представленные работы отражают все многообразие существующих математических методов и моделей и их актуальность.

Предназначен для научных работников, аспирантов, докторантов и студентов образовательных организаций высшего образования, научно-исследовательских институтов и высокотехнологичных предприятий.

Оргкомитет форума

Председатель оргкомитета:

Ю. А. Антохина – доктор экономических наук, профессор, ректор ГУАП

Сопредседатель оргкомитета:

Е. А. Фролова – доктор технических наук, доцент

Заместитель председателя оргкомитета:

А. О. Смирнов – доктор физико-математических наук, доцент

Члены оргкомитета:

А. А. Оводенко – доктор технических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

В. Герджиков – доктор физико-математических наук, профессор (г. София, Болгария)

С. Г. Ехилевский – доктор технических наук (г. Новополоцк, Республика Беларусь)

О. В. Голубева – кандидат физико-математических наук (г. Новополоцк, Республика Беларусь)

В. Г. Фарафонов – доктор физико-математических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

А. В. Копыльцов – доктор технических наук, профессор (г. Санкт-Петербург)

УДК 519.7
ББК 22.18

ISBN 978-5-8088-1682-4

© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения, 2021