



ОГЛАВЛЕНИЕ

Об авторе	11
О технических рецензентах	12
Предисловие	15
Какие темы охватывает книга	15
Что потребуется для работы с книгой	17
Кому адресована эта книга	18
Соглашения	18
Обратная связь	20
Скачивание исходного кода программ	20
Ошибки и опечатки	20
Нарушение авторских прав	21
Глава 1. Виртуальность всего для всех	22
Что такое виртуальная реальность?	23
Виды шлем-дисплеев	26
Настольные VR-устройства	26
Мобильные VR-устройства	26
Разница между виртуальной и дополненной реальностью	27
Приложения и игры	28
Содержание и назначение книги	32
Кто мой читатель?	33
Виды восприятия виртуальной реальности	33
Технические навыки, которые важны при работе с VR	35
Итоги	36
Глава 2. Объекты и размеры	38
Начало работы с Unity	39
Создание нового проекта Unity	39
Редактор Unity	40
Глобальное пространство по умолчанию	41

Создание простой диорамы	42
Добавление куба	42
Добавление плоскости	43
Добавление сферы и материала	45
Изменение обзора сцены	47
Добавление фотографии	49
Окрашивание горизонтальной плоскости	51
Измерительные инструменты	52
Подготовка единичного куба	52
Использование проектора сетки	52
Измерение персонажа Ethan	54
Экспериментальный импорт из приложения Blender	56
Введение в Blender	58
Единичный куб	60
Текстура развертки	62
Импорт в Unity	65
Некоторые наблюдения	66
Итоги	68
Глава 3. Сборка и выполнение VR-проекта	69
Программное обеспечение интеграции VR-устройств	70
Встроенная в Unity поддержка VR	70
Наборы инструментов разработки, специфичные для устройств	71
Проект OSVR	71
WebVR	72
3D-миры	73
Создание предварительно подготовленного объекта MeMyselfEye	73
Сборка для Oculus Rift	74
Сборка для Google Cardboard	76
Настройка для Android	76
Настройка для iOS	76
Установка пакета Cardboard Unity	77
Добавление камеры	77
Настройки сборки	78
Режим воспроизведения	79
Сборка и выполнение на Android	79
Сборка и выполнение на iOS	80
Независимый обработчик ввода	80
Как в действительности работает виртуальная реальность	82
Стереоскопический 3D-просмотр	83
Отслеживание положения головы	86
Итоги	89
Глава 4. Управление взглядом	90
Превращение персонажа Ethan в бродягу	91

Искусственный интеллект для персонажа Ethan	92
Внедрение навигационного меша	93
Прогулка по случайно выбранным направлениям	94
Интерлюдия: краткое введение в программирование для Unity	95
Сценарий RandomPosition	98
«Зомбированный» Ethan	100
Иди туда, куда я смотрю	102
Сценарий LookMoveTo	102
Добавление курсора обратной связи	105
Маленькая хитрость	106
«Убийственный» взгляд	107
Сценарий KillTarget	108
Добавление эффектов частиц	110
Уборка	112
Итого	112

Глава 5. Пространственный пользовательский интерфейс 114

Повторно используемый компонент Canvas по умолчанию	116
Информационный щиток	122
Курсор в виде перекрестья	124
Информационное лобовое стекло	127
Игровой элемент пользовательского интерфейса	130
Выноски	132
Встроенные в игру приборные панели с обработкой ввода	136
Создание информационной панели с кнопками	137
Связывание брандспойта с кнопками	140
Активация кнопок из сценария	142
Подсветка кнопки взглядом	143
Смотрим, а затем щелкаем для выбора	146
Смотрим и выполняем выбор	147
Адаптивные объекты пользовательского интерфейса, отслеживающие положение головы	149
Использование положения головы	149
Использование движений головы	152
Итого	155

Глава 6. Персонаж, действующий от первого лица... 157

Понятие персонажа в Unity	158
Компоненты Unity	158
Стандартные ресурсы Unity	161
Создание персонажа, действующего от первого лица	164
Движение в направлении взгляда	165

Ноги на поверхности земли.....	166
Нельзя проходить сквозь твердые предметы	167
Нельзя покидать пределы мира	169
Перешагивание через мелкие объекты и учет неровностей ландшафта.....	170
Начало и окончание движения	170
Использование движений головы для запуска/остановки перемещения	171
Калибровка пользователя	172
Высота персонажа	173
Реальный рост игрока	175
Центрирование	176
Поддержка самоощущения	176
Изолированность головы и тела.....	177
Голова, тело.....	178
...и ощущение	179
Аватар тела.....	181
Виртуальный Дэвид ле Нос	183
Звуковое сопровождение	184
Передвижение, телепортация и датчики	185
Предотвращение VR-укачивания.....	188
Итоги	190
Глава 7. Законы физики и окружающая среда.....	192
Физические законы в Unity	193
Надувные мячи.....	195
Удары головой.....	200
Батут и кирпич.....	204
Человек на батуте.....	206
Подобно кирпичу	206
Подобно персонажу	207
Интерлюдия: окружающая среда и предметы.....	211
Wispy Sky	211
Планета Земля.....	211
Логотип компании.....	212
Лифт	213
Прыжки	215
Итоги	217
Глава 8. Прогулки и отображение	219
Построение моделей в Blender.....	220
Стены	221
Потолок	225

Сборка сцены в Unity	228
Помещение галереи	228
Контейнер для произведения искусства	230
План экспозиции.....	233
Добавление в галерею фотографий	235
Анимированная прогулка	238
Система анимации Unity	238
Анимация с помощью сценариев	239
Оптимизация производительности и комфортности	242
Оптимизация реализации и контента	244
Оптимизация конвейера отображения Unity.....	247
Оптимизация целевого оборудования и драйверов	251
Профилерование в Unity	252
Итоги	254
Глава 9. Обзор в 360 градусов	255
Медиаконтент с обзором в 360 градусов	256
Стеклянные шары.....	257
Магические шары.....	259
Панорамы	262
Инфографика	264
Эквидистантные проекции	268
Глобусы	270
Фотосферы	272
Область обзора	275
Захват медиаконтента с обзором в 360 градусов	277
Итоги	278
Глава 10. Социальная VR-метавселенная	280
Многопользовательская сеть	281
Сетевые сервисы	281
Архитектура сети	282
Локальный или серверный объект.....	283
Сетевая система Unity.....	285
Настройка простой сцены	286
Создание среды сцены	286
Создание аватара головы	288
Добавление многопользовательской сети.....	290
Компонент Network Manager и индикатор важной информации.....	290
Компоненты Network Identity и Network Transform	290
Запуск в качестве хоста	291

Добавление позиций порождения.....	292
Запуск двух экземпляров игры.....	293
Связывание аватара с персонажем, действующим от первого лица....	294
Добавление многопользовательской виртуальной реальности ...	296
Игроки, использующие Oculus Rift.....	296
Игроки, использующие Google Cardboard	298
Дальнейшие действия	301
Разработка и совместное использование нестандартных комнат VRChat.....	301
Подготовка и сборка мира	302
Размещение мира.....	303
Итоги	304
Глава 11. Что дальше?	305
Предметный указатель	308



ОБ АВТОРЕ

Джонатан Линовес (Jonathan Linowes) – владелец консалтинговой фирмы Parkerhill Reality Labs, занимающейся виртуальной и дополненной реальностью. Он истинный энтузиаст VR- и 3D-графики, многопрофильный веб-разработчик, программный инженер, успешный предприниматель и преподаватель. Линовес получил диплом изобразительного искусства Сиракузского университета и степень магистра MIT Media Lab. Он основал несколько успешных стартапов и занимал руководящие должности в крупных корпорациях, включая Autodesk Inc.

Посвящаю эту книгу моей жене Лизе, лучшему другу и единомышленнику, и удивительной семье, созданной нами: Райне, Джарретт, Стивену и Шире, которые в глубине души догадываются, что будущее принадлежит им.



О ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЦЕНЗЕНТАХ

Кристиан Бабилински (Krystian Babilinski) начал работать с Unity и Blender, когда еще учился в средней школе. Став студентом, он вместе со своим братом Адрианом занялся преподаванием через сервис Helpouts Google. Преподавая, он открывал для себя новые задачи, решая которые приобретал опыт. Постепенно Кристиан начал сотрудничать в крупномасштабных проектах и выполнять работы под заказ. Расширив свой портфолио и пополнив знание Unity 3D, он вместе с братом организовал собственную креативную фирму в 2014 году. Эта компания разрабатывает ресурсы для Unity Asset Store и выполняет заказы крупных клиентов, таких как Hasley Group и Beach Consulting. Таких успехов невозможно было бы добиться без доверия со стороны заказчиков.

Ариндам Ашим Бозе (Arindam Ashim Bose) на момент написания книги (2015 год) получал степень магистра в области компьютерных наук в Технологическом институте Джорджии в Атланте. Среди его увлечений – компьютерная графика, виртуальная и дополненная реальность, разработка игр.

Ариндам родился в Мумбаи и ощутил тягу к компьютерам, информационным технологиям и особенно компьютерным играм в очень раннем возрасте. Во время каникул и в выходные дни он проводил много времени, играя в компьютерные игры и пытаясь как-либо изменить их. Именно эта страсть к «тюнингу» программ и привела его в компьютерное программирование.

В настоящее время Ариндам Ашим Бозе работает в игровой индустрии в качестве программиста.

Ронгкай Го (Rongkai Guo) – доцент кафедры программной инженерии, дизайна и разработки игр в университете Кеннесоу. Круг интересов Ронгкай Го составляют «серьезные» игры, игры для ПК и мо-

бильных приложений, виртуальная реальность (VR). Он исследует применение виртуальной реальности в реабилитационных проектах уже более четырех лет. Первая научная работа Ронгкая называлась In The World и была посвящена изучению воздействия виртуальной реальности на лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Арун Кулшрешз (Arun Kulshreshth) – исследователь кафедры компьютерных наук в Университете Центральной Флориды. Областью его исследования являются пользовательские 3D-интерфейсы, взаимодействие человека с компьютером (human-computer interactions, сокращенно HCI), игры и виртуальная реальность. В 2005 году Арун получил степень магистра математики и вычислительной техники (интегрированная 5-летняя программа обучения) в Индийском технологическом институте Дели. В 2012 году получил степень магистра компьютерных наук, а в 2015 году – докторскую степень в области компьютерных наук в Университете Центральной Флориды.

Является автором нескольких публикаций, связанных с его исследовательской работой, относящихся к применению технологий пользовательского 3D-интерфейса (таких как стереоскопическое 3D, отслеживание движений головы, жестикуляционные интерфейсы и так далее) в видеоиграх. Арун Кулшрешз – член Ассоциации вычислительной техники (Association for Computing Machinery, ACM) и ассоциации Института инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE). В прошлом вел исследования в нескольких странах мира, в том числе Испании, Дании и США. Одна из работ Аруна была удостоена почетной награды на конференции HCI 2014 года. В том же году его имя упоминалось в статье Reuters, а один из его проектов был показан на канале Discovery News.

Робин де Ланге (Robin de Lange) – исследователь, преподаватель и предприниматель, занимающийся виртуальной реальностью и образованием.

Робин имеет степень магистра в области медиатехнологий Университета Лейдена и степень бакалавра физики и философии того же университета. В качестве внештатного доктора философии он включен в состав исследовательской группы медиатехнологий Лейденского университета под руководством доктора База Харинга. В своей работе Робин де Ланге изучает сложные проблемы применения дополненной и виртуальной реальности. В рамках этого исследования

он проводит для группы студентов факультативный курс, посвященный созданию прототипов виртуальной реальности в области образования.

Параллельно с академической деятельностью Робин ведет несколько проектов. Он является директором компании самообразования и основателем лицея CodeWeken, а также разработчиком уникального курса программы для обучения старшеклассников программированию.

Сэмюэль Мосли (Samuel Mosley) – дизайнер игр. Он учился программированию и дизайну компьютерных игр в Университете штата Техас в Далласе. Интересуясь одновременно программированием и играми, Сэмюэль надеется достичь успехов в обеих областях. В настоящее время работает дизайнером игр в Bohemia Interactive Simulations.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Сегодня мы являемся свидетелями расцвета виртуальной реальности (virtual reality, сокращенно VR) – захватывающей новой технологии, которая обещает коренным образом изменить наше взаимодействие с информацией, друзьями и миром в целом.

Чем является виртуальная реальность для пользователя? Надев шлем-дисплей (нечто подобное очкам), вы можете просматривать сцены в 3D. Можете оглядеться вокруг, повернув голову, и переместиться в пространстве с помощью ручного управления или датчиков движения. Таким образом достигается эффект полного присутствия. Вам кажется, что вы действительно находитесь в другом, виртуальном мире.

Эта книга является практическим, основанным на конкретных проектах руководством по разработке виртуальной реальности в игровом движке Unity 3D. Вниманию читателя предлагаются ряд практических примеров, пошаговые инструкции и подробное рассмотрение использования Unity 5 и другого программного обеспечения, бесплатного и с открытым исходным кодом. Хотя технология виртуальной реальности быстро развивается, мы постараемся охватить основные принципы и технологии, которые вы сможете эффективно использовать в ваших VR-играх и VR-приложениях.

Вы научитесь использовать Unity для разработки VR-приложений, которые можно будет испытать с помощью таких устройств, как Oculus Rift или Google Cardboard. Здесь будут рассмотрены технические вопросы, которые особенно важны и, возможно, уникальны для виртуальной реальности. По завершении чтения этой книги вы будете обладать всеми необходимыми навыками разработки многофункциональных интерактивных решений для виртуальной реальности на Unity.

Какие темы охватывает книга

Глава 1, «Виртуальность всего для всех», представляет собой краткий экскурс в область новых технологий и виртуальной реальности (VR), применяемых в играх и неигровых приложениях.

Глава 2, «Объекты и размеры», посвящена рассмотрению примера сцены диорамы. Она знакомит с игровым движком Unity 3D, а также средой для 3D-моделирования Blender и раскрывает вопросы глобальных координат и масштабирования.

Глава 3, «Сборка и выполнение VR-проекта», описывает настройку проектов для выполнения в среде со шлем-дисплеем, таким как Oculus Rift или Google Cardboard (на Android или iOS). Здесь же приведены подробные сведения о работе оборудования и программного обеспечения виртуальной реальности.

Глава 4, «Управление взглядом», посвящена исследованию взаимосвязи между VR-камерой и объектами в сцене, в том числе 3D-курсорами и лучами, направляемыми взглядом. Эта глава также знакомит с написанием сценариев для Unity на языке программирования C#.

Глава 5, «Пространственный пользовательский интерфейс», содержит реализацию множества примеров пользовательского интерфейса (UI) для виртуальной реальности, включая информационную панель (HUD), выноски и внутренние объекты игры. Здесь представлено много кода и пояснений к нему.

Глава 6, «Персонаж, действующий от первого лица», разбивает персонаж Unity на составляющие его объекты и компоненты, которые будут использованы при разработке персонажа, действующего от первого лица и управляемого взглядом. Здесь же показано, как отображается виртуальное тело персонажа, и рассмотрен вопрос об укачивании.

Глава 7, «Законы физики и окружающая среда», подробно рассматривает физический движок Unity, компоненты и материалы, описывает работу с силами и гравитацией на ряде примеров VR-проектов и VR-игр.

Глава 8, «Прогулки и отображение», рассматривает создание архитектуры 3D-пространства и реализацию виртуального прохождения. Здесь же затрагиваются вопросы отображения в Unity и оптимизации производительности.

Глава 9, «Обзор в 360 градусов», посвящена применению мультимедийных материалов с 360-градусным обзором, в том числе глобусов, панорам и фотосфер, в различных проектах. Здесь же описано, как все это работает.

Глава 10, «Социальная VR-метавселенная», описывает реализацию многопользовательской виртуальной реальности с помощью сетевых компонентов Unity 5. Также будет рассмотрен VRChat в качестве

примера расширяемой платформы социальной виртуальной реальности.

Глава 11, «Что дальше?», освещает перспективы применения захватывающих технологий виртуальной реальности.

Что потребуется для работы с книгой

Для начала определимся с тем, что вам понадобится при работе с этой книгой. Прихватите легкую закуску, бутылочку воды или чашечку кофе. Кроме того, вам будет нужен компьютер (под управлением Windows или Mac) с установленным на нем игровым движком Unity 3D.

Вам не потребуется ничего сверхординарного. Unity – известное средство для отображения сложных сцен, и компания Oculus опубликовала соответствующие рекомендации для технического оснащения компьютера, так что вам не о чем беспокоиться. Даже ноутбука будет достаточно для воспроизведения проектов, приведенных в этой книге.

Чтобы установить Unity, перейдите на <https://unity3d.com/get-unity/>, выберите нужную вам версию, щелкните по ссылке загрузки инсталлятора и следуйте дальнейшим инструкциям. Бесплатная версия Unity для личного пользования прекрасно вам подойдет.

Также вам может понадобиться программное обеспечение с открытым исходным кодом для 3D-моделирования Blender. Эта книга не о Blender, но при желании мы можем им воспользоваться. Чтобы установить Blender, перейдите на веб-страницу <http://www.blender.org/download/> и следуйте инструкциям для вашей платформы.

Вам понадобится доступ к виртуальной реальности через *шлем-дисплей* (head-mounted display, HMD) для того, чтобы опробовать проекты, описание которых приведено в этой книге. (Естественно, все проекты можно собрать и выполнить только на настольном компьютере, но какое вы получите от этого удовольствие?) В книге подробно рассматривается работа со шлем-дисплеями Google Cardboard и Oculus Rift.

Google Cardboard – пример мобильного устройства для виртуальной реальности, где для выполнения VR-приложений используется

ваш собственный смартфон. Если ваш смартфон работает под Android, то вам дополнительно понадобятся инструменты разработки Android от Google. Если же ваше устройство работает под IOS, то будут нужны инструменты разработки Xcode (и лицензия) от Apple. Подробности приведены в главе 3.

Oculus Rift – пример настольного устройства для виртуальной реальности. В настоящее время Unity имеет встроенную поддержку Rift. Тем не менее, если у вас имеется другой шлем-дисплей (HMD), вы можете скачать пакет поддержки Unity с сайта производителя устройства.

Всю необходимую информацию вы опять же найдете в главе 3.

Итак, все, что требуется, – это компьютер, Unity, HMD, и можно двигаться дальше!

Кому адресована эта книга

Если вы интересуетесь виртуальной реальностью, хотите понять, как она работает, или создать собственное VR-приложение, эта книга для вас. Даже если вы не являетесь программистом и не знакомы с компьютерной 3D-графикой или эти темы вам уже известны, но вы еще не сталкивались с виртуальной реальностью, книга так или иначе будет вам полезна. Она не является введением в Unity, но и не требует, чтобы вы были экспертом в этой области. Впрочем, если вы новичок в Unity, для освоения приведенных здесь проектов вам все же нужно будет приспосабливаться к темпу изложения материала.

Разработчикам игр, скорее всего, уже известны включенные в книгу понятия, но им будет полезно повторно обратиться к ним, учитывая специфику концепций виртуальной реальности. Разработчики мобильных игр и 2D-игр, уже имеющие опыт работы в Unity, откроют для себя еще одно измерение!

Инженеры и 3D-дизайнеры хорошо разбираются в 3D-концепциях, но и их может заинтересовать применение игровых движков для создания виртуальной реальности. Прикладные разработчики смогут оценить потенциал неигрового применения виртуальной реальности и освоить необходимые для этого инструменты.

Соглашения

В этой книге используется несколько разных стилей оформления, каждый из которых имеет свое назначение. Ниже приведены примеры.

Программный код в тексте, адреса страниц в Интернете, команды, вводимые пользователем, и ссылки в Twitter оформляются моноширинным шрифтом, например: «зайдите на сайт <https://www.oculus.com/>».

Блоки программного кода выглядят так:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class RandomPosition : MonoBehaviour {
    // Use this for initialization
    void Start () {
    }
    // Update is called once per frame
    void Update () {
    }
}
```

Чтобы обратить ваше внимание на определенный фрагмент блока кода, соответствующие строки или элементы выделены жирным шрифтом:

```
public class ButtonExecute : MonoBehaviour {
    public float timeToSelect = 2.0f;
    private float countDown;
    private GameObject currentButton;
    private clicker = new Clicker ();
}
```

Ввод или вывод в окне работы из командной строки оформлен следующим образом:

```
moveDirection *= moveDirection * velocity * Time.deltaTime;
transform.position += transform.position + moveDirection;
```

Новые термины и *важные слова* выделены курсивом. Элементы интерфейса, например пункты меню, кнопки или поля диалоговых окон, набраны жирным шрифтом: «Нажмите кнопку **Create a Room**». Команды меню указываются через стрелочку, например: «Выберите **3D Object** → **Cube** (3D-объект → Куб)».



В таких блоках выводятся предупреждения или важные сообщения.



Подсказки и советы выглядят так.

Обратная связь

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Благодаря обратной связи мы получаем возможность выпустить книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв прямо на нашем сайте www.dmkpress.com: зайдите на страницу книги и оставьте комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com; при этом укажите название книги в теме письма.

Если вы специалист в конкретной области и заинтересованы в написании новой книги, заполните на нашем сайте форму, размещенную на странице http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство по адресу dmkpress@gmail.com.

Скачивание исходного кода программ

Скачать сопроводительные файлы к книгам издательства «ДМК Пресс» можно на сайте www.dmkpress.com или www.dmk.pf. Зайдите на страницу с описанием интересующей вас книги и просмотрите список доступных материалов к ней.

Ошибки и опечатки

Хотя мы стремимся удовлетворить требования самых взыскательных читателей, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг, мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Таким образом, вы избавите других читателей от досадных недоразумений и поможете нам улучшить последующие издания книги.

Если вам встретятся какие-либо ошибки в тексте, пожалуйста, сообщите об этом главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com. Мы учтем ваши пожелания при выпуске следующих тиражей.

Нарушение авторских прав

Пиратство в Интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательства «ДМК Пресс» и Ракет очень серьезно относятся к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы обнаружите в Интернете незаконно размещенные публикации любой нашей книги, пожалуйста, сообщите нам об этом с указанием ссылки на веб-страницу, чтобы мы могли применить соответствующие санкции.

Ссылки на подозрительные материалы направляйте по адресу dmpress@gmail.com.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов – это позволяет нам предоставлять читателям качественные материалы.



ГЛАВА 1.

Виртуальность всего для всех

Ставит ли виртуальная реальность под сомнение пребывание человека в определенном месте?

До появления сотовых телефонов звонящему не имело смысла спрашивать собеседника: «Эй, где ты?». Вы точно знали, где находится абонент: ведь вы звонили ему домой.

Но теперь, когда сотовые телефоны вошли в обиход, вы нередко отвечаете: «Здравствуйте. Извините, я в Старбаксе!», потому что звонящий далеко не всегда знает, где вы находитесь. Ведь вы уже не привязаны к своему дому в момент разговора.

Поэтому, когда я увидел демонстрацию виртуальной реальности, то представил себе, как я прихожу домой и вижу: моя жена, уложив детей, решила отдохнуть, села на диван и надела очки. Я подхожу к ней, трогаю за плечо и спрашиваю: «Эй, ты где?»

С виду это очень странно. Человек сидит прямо перед вами, но вы даже не догадываетесь, где он сейчас.

Джонатан Старк (Jonathan Stark), эксперт в области мобильных технологий и подкастер

Добро пожаловать в виртуальную реальность! Эта книга посвящена созданию вашей собственной виртуальной реальности. Издание включает в себя ряд практических примеров, пошаговые инструкции и подробно рассмотренное использование *Unity 5 3D* и другого программного обеспечения, бесплатного и с открытым исходным кодом. Хотя технология виртуальной реальности быстро развивается, мы постараемся охватить основные принципы и технологии, которые вы сможете эффективно и просто использовать в ваших VR-играх и VR-приложениях.

В первой главе будет дано определение виртуальной реальности и обсуждено ее применение не только в играх, но и во многих других областях. В частности, рассматриваются следующие темы:

- ♦ что такое виртуальная реальность;
- ♦ разница между виртуальной реальностью (VR) и дополненной реальностью (AR);
- ♦ чем VR-приложения отличаются от VR-игр;
- ♦ виды восприятия виртуальной реальности;
- ♦ технические навыки, необходимые для разработки виртуальной реальности.

Что такое виртуальная реальность?

Сегодня мы наблюдаем расцвет виртуальной реальности – удивительной новой технологии, которая обещает коренным образом изменить наше взаимодействие с информацией, друзьями и миром в целом.

Что же такое виртуальная реальность? Это компьютерное моделирование 3D-среды, которая кажется человеку, взаимодействующему с ней, исключительно реальной благодаря специальному электронному оборудованию. Разработчики ставят задачу создать у пользователя ощущение присутствия в виртуальной среде.

Для просмотра стереоскопических 3D-сцен используется шлем-дисплей (например, в виде очков). Человек имеет возможность оглядеться вокруг, повернув голову, и «переместиться» с помощью ручного управления или датчиков движения. Таким образом достигается эффект полного присутствия. Вам кажется, что вы действительно находитесь в виртуальном мире. На рис. 1.1 показано использование шлема-дисплея *Oculus Rift Development Kit 2 (DK2)*.

Виртуальная реальность появилась не вчера. Она существует уже в течение многих десятилетий, хотя и использовалась только в научно-исследовательских лабораториях, на высокотехнологичных предприятиях и военных объектах. Поначалу оборудование было громоздким, неудобным и дорогим. Айвен Сазерленд (Ivan Sutherland) в 1966 году представил свое изобретение – первый шлем-дисплей (*The Ultimate Display*), который показан на рис. 1.2. Как видите, он свисал с потолка! В прошлом уже было несколько

неудачных попыток вывода на рынок устройств виртуальной реальности для конечного потребителя.



Рис. 1.1

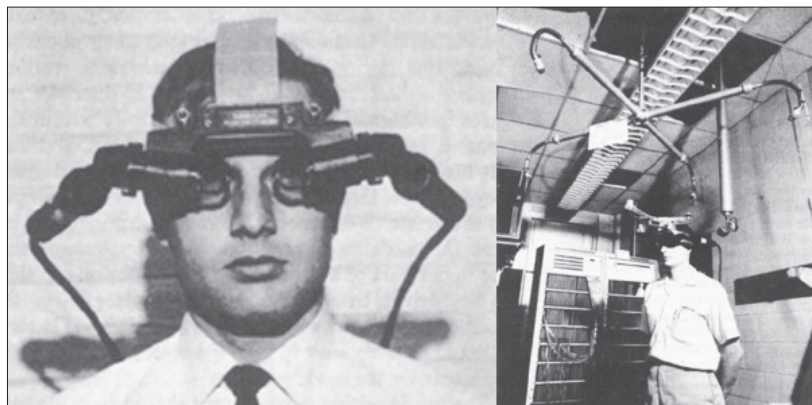


Рис. 1.2

В 2012 году Лаки Палмер (Luskey Palmer), основатель компании Oculus VR LLC, продемонстрировал импровизированный шлем-дисплей виртуальной реальности, надетый на Джона Кармака (John Carmack), знаменитого разработчика ставших классическими видеоигр Doom, Wolfenstein 3D и Quake. Вместе они создали успешную ком-

панию Kickstarter, которая выпустила набор инструментов для разработки Oculus Rift Development Kit 1 (DK1), встреченный с восторгом. Это привлекло внимание инвесторов, а также Марка Цукерберга, и в марте 2014 года Facebook купил компанию за 2 миллиарда долларов. Отсутствие подобных устройств на рынке и открывающиеся перед ними широкие перспективы, а также привлеченные к их развитию капиталы и внимание позволили создать совершенно новую категорию потребительских товаров. Примеру Kickstarter последовали и другие компании, в том числе Google, Sony, Samsung и Steam. Всевозможные инновации для создания виртуальной реальности успешно продолжают внедряться.

Большая часть фундаментальных исследований уже проделана, технологии виртуальной реальности сегодня стали общедоступными, что произошло в основном благодаря массовому распространению устройств, основанных на мобильных технологиях. Существует огромное сообщество разработчиков, имеющих опыт разработки 3D-игр и мобильных приложений. Виртуальной реальностью стали заниматься креативные производители контента, о ней заговорили и в области мультимедиа. Ну наконец-то виртуальная реальность стала реальной!

Что-что? *Виртуальная реальность реальна?* Ха! Если она виртуальная, то как она может быть... А впрочем, не важно.

Но мы не уделили должного внимания развитию аппаратных устройств, сосредоточившись на контенте. А между тем наличие современного программного обеспечения 3D-разработки (коммерческого, бесплатного и с открытым исходным кодом) привело к появлению множества инди, то есть независимых разработчиков игр, которые могут создавать и неигровые VR-приложения.

Хотя большую часть энтузиастов виртуальной реальности и составляют разработчики игр, но потенциально они способны выйти далеко за рамки этой области. Любой бизнес, использующий 3D-моделирование и компьютерную графику, станет более эффективным при использовании VR-технологий. Ощущение непосредственного присутствия, которое обеспечивает виртуальная реальность, сегодня может быть использовано во многих областях, таких как проектирование, социальные сети, магазины, маркетинг, развлекательные программы и развитие бизнеса. В ближайшем будущем просмотр 3D-сайтов с VR-гарнитурой может стать столь же обычным делом, как посещение обычных «плоских» сайтов сегодня.

Виды шлем-дисплеев

В настоящее время существуют две основные категории шлем-дисплеев для виртуальной реальности: *настольные* и *мобильные*.

Настольные VR-устройства

Настольные VR-устройства (и VR-консоли) подключаются в качестве периферийных устройств к мощному компьютеру, способному обрабатывать сложную графику. Такими компьютерами могут быть компьютеры, работающие под Windows, Mac, Linux, или игровые консоли. Как правило, гарнитуры связаны с компьютером проводными. Игра запускается на удаленной машине, и подключенный к ней *шлем-дисплей (HMD)* представляет собой периферийное устройство вывода с датчиком движений. Термин «*настольный*» не совсем удачен, поскольку устройство может быть размещено в гостиной или просто в любом закутке.

Примером такого устройства служит *Oculus Rift* (<https://www.oculus.com/>), в котором очки оснащены дисплеем и датчиками. Игры запускаются на отдельном компьютере. Другими настольными гарнитурами являются *HTC/Valve Vive* и проект *Sony Morpheus* для PlayStation.

Oculus Rift соединен с настольным компьютером посредством видео- и USB- кабелей, и ему требуется компьютер с очень мощным *графическим сопроцессором (GPU)*. Но при работе с примерами из этой книги, в которых отсутствует сложное отображение, достаточно будет и ноутбука (при условии что он имеет два свободных USB-порта и один HDMI-порт).

Мобильные VR-устройства

Примером мобильного VR-устройства является устройство *Google Cardboard* (<http://www.google.com/get/cardboard/>), представляющее собой простой корпус с двумя линзами и посадочным местом для вашего мобильного телефона. Дисплей телефона используется для вывода двойного стереографического изображения. Устройство обеспечивает отслеживание поворота головы, но в нем отсутствует отслеживание перемещений. Cardboard также предоставляет пользователю возможность производить щелчки, или *касания*, для выбора тех или иных объектов в игре. Сложность

выводимых образов ограничена, поскольку для отображения вывода на экран используется процессор телефона. Среди других мобильных VR-гарнитур отметим *Gear VR* от Samsung и *VR One* от Zeiss.

Google предоставляет спецификации с открытым исходным кодом, а другие производители разработали готовые коммерческие модели, стоящие около 15 долларов. Для их поиска воспользуйтесь Google! Существуют версии Cardboard-гарнитур для телефонов всех размеров на Android и IOS.

Хотя качество отображения VR на Cardboard-устройствах довольно низкое (некоторые даже утверждают, что оно просто неадекватно), и это, скорее всего, «прототип» устройства, который через пару лет будет казаться недоразумением, Cardboard все же отлично подходит для работы с небольшими проектами, приведенными в этой книге. Однако нам не раз придется столкнуться с его ограничениями.

Разница между виртуальной и дополненной реальностью

Наверное, стоит отметить, что виртуальная реальность – это то, чего нет.

Родственной ей технологией является *дополненная реальность (AR)*, представляющая собой наложение *генерируемых компьютером изображений (computer generated imagery, CGI)* на отображение реальности. В ограниченном варианте AR применяется в смартфонах, планшетах, портативных игровых системах, таких, например, как Nintendo 3DS, и даже в экспонатах музеев науки, накладывающих CGI поверх реального видео с камеры.

Новейшим достижением в области AR являются AR-гарнитур, такие как *HoloLens* от Microsoft и *Magic Leap*, отображающие компьютерную графику непосредственно в поле зрения пользователя; при этом графика не смешивается с видеоизображением. Если VR-гарнитур можно рассматривать как непрозрачные очки, то AR-гарнитур представляются чем-то вроде полупрозрачных солнечных очков, которые используют технологию, названную «*световые поля*» (она комбинирует реальные световые лучи с CGI). Проблема AR заключается в обеспечении непрерывного выравнивания CGI и отображаемых объектов реального мира и в исключении задержек при их перемещении. Иными словами, они (CGI и объекты реального мира)

должны всегда оставаться правильно выровненными относительно друг друга.

AR является столь же многообещающей технологией, как и VR, но в другом аспекте. Если AR меняет отображение пространства вокруг пользователя, то виртуальная реальность полностью его поглощает. Если в AR вы можете раскрыть свою ладонь и увидеть покоящуюся на ней избушку, то VR поместит вас внутрь этой избушки и разрешит вам перемещаться в ней.

Кроме того, возможно появление гибридных устройств, некоторым образом сочетающих VR и AR или позволяющих переключение между ними.

Приложения и игры

Использование виртуальной реальности на потребительском уровне началось с игр. Видеогеймеры уже давно привыкли к интерактивной гиперреалистичной 3D-среде. VR всего лишь вносит в нее свой вклад.

Геймеры легко адаптируются к высоким графическим технологиям. Массовое производство нескольких десятков миллионов игровых консолей и компонентов на компьютерной основе и конкуренция между производителями привела к снижению цен и повышению их производительности. Разработчики игр, следуя за производителями, стараются выжать все что можно из аппаратного и программного обеспечения. Геймеры очень требовательны, но рынок постоянно развивается, чтобы удовлетворять их спрос. Поэтому неудивительно, что многие, если не все, компании, производящие аппаратные и программные средства для VR, начали продвижение своей продукции с индустрии видеоигр. Большинство демонстрационных примеров и продуктов, предлагаемых на *Oculus Share* (<https://share.oculus.com/>) и *Google Play* для Cardboard-приложений (<https://play.google.com/store/search?q=cardboard&c=apps>), – это игры. Геймеры – самые восторженные сторонники виртуальной реальности и высоко оценивают ее потенциал.

Разработчики игр знают, что ядром игры являются *игровая механика* или правила, которые в значительной степени зависят от *оболочки* или тематики игры. Игровая механика может включать в себя загадки, риски, стратегии, сроки или мышечную память (*twitch*). VR-игры могут иметь те же механические элементы, что и обычные, но, скорее

всего, нужно будет адаптировать эту механику для виртуальной среды. Например, в игре от первого лица для игровой приставки персонаж двигается примерно в 1,5 раза быстрее, чем в реальной жизни. Если бы такого убыстрения не было, игрок воспринимал бы игру как слишком медленную и скучную. Поместите того же персонажа в VR-сцену, и игрок почувствует, что движение ускорено – в результате у него закружится голова. В VR персонажи должны передвигаться в естественном темпе. К тому же не все видеоигры будут хорошо восприниматься в VR: скажем, в виртуальной реальности не слишком приятно оказаться в эпицентре военных действий.

Но виртуальная реальность применяется и в других, не имеющих никакого отношения к играм областях. Хотя ее игровое назначение некоторое время будет оставаться приоритетным, в конечном счете начнет доминировать использование в неигровых приложениях. Они могут отличаться от игр рядом подходов; наиболее значительным будет смещение акцента с игровой механики либо на сам процесс, либо на специфичные для приложения цели. Конечно, игровая механика не будет совсем снята со счетов. Например, рассмотрим приложение, предназначенное для обучения пользователя конкретным навыкам. Привнесение туда *элементов игры* сделает обучающий курс увлекательным и эффективным благодаря соревновательности в достижении желаемых результатов.



В общем, в неигровых VR-приложениях больший вес имеет не победа, а сам процесс.

Ниже приведено несколько примеров видов неигровых приложений, разработка которых уже ведется в настоящее время:

- *Путешествие и туризм.* Мировые достопримечательности можно посмотреть не выходя из дома. Достаточно будет одного дня на посещение художественных музеев, расположенных в Париже, Нью-Йорке и Токио. А что вы скажете о прогулке по Марсу? Или можно насладиться весенним фестивалем цветов Холи в Индии, сидя в занесенном снегом коттедже в Вермонте.
- *Машиностроение и промышленное проектирование.* Пакеты программного обеспечения для автоматизированного проектирования, такие как AutoCAD и SOLIDWORKS, впервые

использовали трехмерное моделирование, симуляцию и отображение. С помощью VR инженеры и конструкторы могут оценить характеристики конечного продукта, до того как он будет реально смоделирован, и воспроизводить различные сценарии типа «а что если?..» без ощутимых затрат. Рассмотрим процесс разработки нового дизайна автомобиля. Как он выглядит? Как это реализовать? Какой вид открывается с места водителя?

- *Архитектура и гражданское строительство.* Архитекторы и инженеры всегда создавали макеты своих проектов не только для того, чтобы продемонстрировать свои идеи заказчикам и инвесторам, но, что гораздо важнее, для проверки дизайнерских предложений. В настоящее время программное обеспечение моделирования и отображения используется для создания виртуальных моделей по архитектурным планам. Применение виртуальной реальности привносит конкретику в переговоры между заинтересованными сторонами. Прочие специалисты – дизайнеры интерьера, специалисты по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха, электротехники – могут быть привлечены к проектированию на более ранних этапах.
- *Недвижимость.* Агенты по недвижимости очень быстро освоили интернет-технологии для привлечения покупателей и осуществления продаж. Сайты по подбору недвижимости явили один из первых примеров успешного применения Интернета в бизнесе. Сегодня предоставление панорамных видеобзоров при предложении недвижимости уже никого не удивляет. С помощью виртуальной реальности можно, находясь в Нью-Йорке, подобрать квартиру в Лос-Анджелесе. Сделать это будет еще проще при применении технологии мобильного 3D-зондирования, такой, например, как *Google Project Tango* (<https://www.google.com/atap/projecttango>), позволяющей произвести 3D-сканирование комнат с помощью смартфона и в автоматическом режиме создать их пространственную модель.
- *Медицина.* Применение VR в области здоровья и медицины может в буквальном смысле стать вопросом жизни и смерти. Каждый день в клиниках устройства для магнитно-резонансной терапии (МРТ) и другие сканирующие устройства при-

меняются для создания моделей костей и органов пациентов, используемых врачами в целях диагностики и для предварительного планирования операционных вмешательств. Использование виртуальной реальности повышает качество отображения и точность измерений, обеспечивая более тщательный анализ. Также виртуальная реальность используется для моделирования операций при подготовке студентов-медиков.

- *Психическое здоровье.* Возможности, предоставляемые виртуальной реальностью, могут пригодиться в лечении *посттравматических стрессовых расстройств (ПТСР)* с помощью так называемой *контактной терапии*, когда пациент под руководством специально подготовленного терапевта преодолевает воспоминания о травмах через их воспроизведение. Аналогичным образом VR используется для лечения *арахнофобии* (боязнь пауков) и страха полета.
- *Образование.* Образовательные возможности VR столь очевидны, что о них нельзя не упомянуть. Одним из первых успешных применений VR в этой области является проект «Титаны космоса» (Titans of Space), позволяющий непосредственно обозревать Солнечную систему. Наука, история, искусство, математика – везде VR поможет учащимся всех возрастов, потому что, как говорится, лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать.
- *Тренировки.* Toyota продемонстрировала обучающее вождению VR-моделирование, задача которого – научить подростков не отвлекаться за рулем. В рамках другого проекта учащиеся соответствующей специальности осваивают навыки управления кранами и другой тяжелой строительной техникой. Обучение групп быстрого реагирования, полиции, пожарных и спасателей можно сделать значительно более продуктивным с помощью VR, моделируя рискованные ситуации и проигрывая альтернативные виртуальные сценарии. НФЛ планирует использование VR для подготовки спортсменов.
- *Развлечения и журналистика.* Присутствие «вживую» на рок-концертах и спортивных мероприятиях. Просмотр музыкальных клипов. Эротика. Участие в событиях, передаваемых новостными каналами, как если бы вы лично находились на

месте происхождения. Просмотр кинофильмов с обзором в 360 градусов... Виртуальная реальность выведет искусство повествования на новый уровень.

Ничего себе, это же целый список! И это только самые очевидные возможности.

Цель этой книги не в том, чтобы читатель глубоко погрузился в одну из вышеозначенных тем. Приведенный обзор лишь должен стимулировать ваше воображение и подвести к пониманию того, что у виртуальной реальности есть потенциал предоставить «все для всех».

Содержание и назначение книги

Эта книга является практическим, основанным на конкретных проектах руководством по разработке виртуальной реальности с помощью игрового движка Unity 3D. Вы научитесь использовать Unity 5 для разработки VR-приложений, которые можно будет протестировать с помощью таких устройств, как Oculus Rift или Google Cardboard.

Но существует одна небольшая проблема: описанные здесь технологии очень быстро развиваются. С одной стороны, это, конечно же, хорошо. Скажем больше, это просто замечательно – но только если вы не разработчик, уже выполнивший половину работы, и не автор книги об этой технологии! Как можно написать книгу, содержание которой устареет уже на момент ее опубликования?

В этой книге я попытался собрать вместе некие универсальные принципы, которые должны пережить все мимолетные технические достижения в области виртуальной реальности. В результате получился список, приведенный ниже:

- классификация различных видов восприятия VR с примерами проектов;
- важные технические идеи и навыки, в особенности те, что необходимы для разработки VR-приложений;
- общие объяснения работы VR-устройств и программного обеспечения;
- методики обеспечения комфортного восприятия VR пользователями и способы избежать VR-укачивания;
- инструкции по применению игрового движка Unity для разработки VR.

После того как VR станет обыденным явлением, приведенные здесь методики так же прочно войдут в обиход. Однако они не устареют, подобно тому как вышли из употребления инструкции по использованию мыши, датированные 1980-м годом.

Кто мой читатель?

Если вы интересуетесь виртуальной реальностью, хотите понять, как она работает или мечтаете создать собственное VR-приложение, эта книга для вас. Она включает в себя серию практических примеров, пошаговые инструкции и подробное рассмотрение использования игрового движка Unity 3D.

Даже если вы не являетесь программистом и не знакомы с компьютерной 3D-графикой или эти темы вам уже известны, но вы еще не сталкивались с виртуальной реальностью, книга все равно вам пригодится. Она не является руководством по Unity, но и не требует, чтобы вы были экспертом в этой области. С другой стороны, если вы новичок в Unity, то для освоения приведенных здесь проектов вам нужно будет приспособиться к темпу изложения материала.

Разработчикам игр, скорее всего, уже известны включенные в книгу понятия, но им будет полезно освежить в памяти эту терминологию, учитывая специфику концепций виртуальной реальности. Инженеры и 3D-дизайнеры хорошо разбираются в 3D-концепциях, но и их может заинтересовать применение игровых движков для создания виртуальной реальности. Прикладные разработчики смогут оценить потенциал неигрового применения виртуальной реальности и освоить необходимые для этого инструменты.

Кем бы вы ни были, эта книга превратит вас в *ниндзя программирования трехмерной виртуальной реальности!* Ну хорошо, положим, мы немного преувеличили, но, во всяком случае, книга направит вас по нужному пути.

Виды восприятия виртуальной реальности

Существует несколько видов восприятия виртуальной реальности. Точнее выражаясь, их множество. Рассмотрим следующие из них:

- *Диорама.* В простейшем случае создается 3D-сцена. Наблюдение ведется от третьего лица. Вашими «глазами» является

камера. На самом деле каждый «глаз» представляет собой отдельную камеру, что позволяет достичь стереоскопического эффекта. Вы можете осмотреться вокруг.

- *Восприятие от первого лица.* На этот раз вы включены в сцену в виде свободно перемещающегося аватара. Использование контроллера ввода (клавиатуры, игровых контроллеров или какой-либо другой технологии) позволяет вам обойти и осмотреть виртуальную сцену.
- *Интерактивная виртуальная среда.* Это похоже на восприятие от первого лица, за исключением одной дополнительной функции. При нахождении в сцене вы можете взаимодействовать с включенными в нее объектами. Здесь действуют физические законы. Объекты могут реагировать на ваши действия. Перед вами могут быть поставлены конкретные задачи, определяемые игровой механикой. Можно зарабатывать баллы и вести их учет.
- *Движение по рельсам.* Вы перемещаетесь сквозь среду (или среда перемещается относительно вас). К такому виду восприятия виртуальной реальности относится, например, катание на американских горках. Но совсем не обязательно, чтобы перемещение сопровождалось экстремальными ощущениями. Возможно и движение с умеренной скоростью или даже медленное и спокойное.
- *360-градусный обзор.* Представьте себе панорамные снимки стереоидов, сделанные с помощью камеры GoPro® и спроецированные на внутреннюю поверхность сферы. Вы помещаетесь в центре сферы и можете осмотреть все вокруг. Некоторые пуристы не считают этот вид «настоящей» виртуальной реальностью, потому что вы видите проекцию, а не отображение модели. Тем не менее этот вид обеспечивает полное ощущение присутствия.
- *Общение в VR.* Несколько игроков размещаются в одном и том же VR-пространстве, могут видеть аватары друг друга и общаться между собой таким удивительным образом.

В этой книге приведен ряд проектов, где представлена разработка решений, иллюстрирующих каждый из вышеприведенных видов восприятия VR. Для краткости эти проекты в достаточной мере упрощены, оставляя читателю возможность дальнейшей доработки.

Технические навыки, которые важны при работе с VR

Каждая глава книги содержит описание технических навыков и идей, необходимых при создании ваших собственных приложений виртуальной реальности. Из книги вы узнаете о следующем:

- *Масштабирование среды.* При разработке VR следует уделять особое внимание 3D-пространству и масштабированию. Обычно одна единица Unity равна одному метру виртуального мира.
- *Управление персонажем игрока.* Существуют различные технологии управления перемещением вашего аватара (камеры персонажа игрока), отслеживания направления взгляда, команд от игровых контроллеров и поворота головы.
- *Управление интерфейсом пользователя.* В отличие от обычных видео- и мобильных игр, все компоненты пользовательского интерфейса в VR привязаны к глобальным пространственным координатам, а не к экранным координатам. В книге будут рассмотрены методы отображения уведомлений, кнопок, меню и других элементов *пользовательского интерфейса* (user interface, *UI*), позволяющие обеспечивать взаимодействие с пользователем.
- *Законы физики и гравитация.* Ощущение присутствия и естественности в VR создается благодаря соблюдению законов физики и наличию гравитации. Для этого используется физический движок Unity.
- *Анимация.* Перемещение объектов в сцене носит название «анимация» (ух!). Оно может либо выполняться по единственному предопределенному маршруту, либо использовать при определении пути *искусственный интеллект* (artificial intelligence, *AI*), который осуществляет выбор в соответствии со сложившимися условиями.
- *Многопользовательские сервисы.* Реализация многопользовательских сетевых игр, работающих в режиме реального времени, достаточно сложна, но онлайн-сервисы значительно ее облегчают, избавляя вас от необходимости погружаться в компьютерную инженерию.

- *Сборка и запуск.* Различные шлем-дисплеи (HMD) требуют использования разных наборов инструментов разработчиков (SDK) и ресурсов при разработке приложений, предназначенных для конкретных устройств. Ниже будут рассмотрены технологии, позволяющие использовать единый интерфейс для нескольких устройств.

Для того чтобы добиться нужного результата, мы будем писать сценарии на языке C# и использовать возможности Unity.

Но есть технологии, которые мы не предполагаем обсуждать; среди них реалистичное отображение, шейдеры, материалы и освещение. Также за рамками нашего повествования остаются методы моделирования, ландшафты и анимация гуманоидов. Эффективное использование продвинутых устройств ввода и датчиков отслеживания рук и положения тела имеет решающее значение для VR, но в этой книге оно не рассматривается. Здесь вы не найдете сведений об игровой механике, динамике и стратегиях.

Вопросы оптимизации производительности будут затронуты, но достаточно поверхностно. Все вышеперечисленные темы очень важны, так что вам (или кому-то из вашей команды) понадобится их освоить после прочтения этой книги, для того чтобы разрабатывать полноценные, успешные и захватывающие VR-приложения.

Итоги

Эта глава вкратце познакомила вас с виртуальной реальностью. Вы уже поняли, что она имеет гигантский потенциал и может использоваться в различных областях. Для виртуальной реальности не существует единого определения, и она находится в постоянном развитии. В настоящее время ее исследует множество людей. Дело в том, что VR – относительно новый инструмент, и пройдут годы, если не десятилетия, прежде чем она полностью реализует заложенные в ней возможности.

Область применения VR не ограничивается играми: ее развлекательная функция со временем станет второстепенной. Есть немало отраслей, в которых виртуальная реальность поможет выполнять вполне серьезные задачи. Существуют различные виды восприятия VR, которые в этой книге будут проиллюстрированы примерами проектов.

VR-гарнитуры можно разделить на те, которые требуют отдельного блока обработки (например, компьютера или консоли), обладающего

мощным графическим сопроцессором (GPU), и те, что используют для работы обычный мобильный телефон. В этой книге представлены Oculus Rift в качестве примера *настольного VR-устройства* и Google Cardboard в качестве примера *мобильного VR-устройства*, хотя существует и много других альтернативных современных устройств.

Мы все являемся первопроходцами, живущими в удивительное время. Так как вы читаете эту книгу, то вы один из нас. Что бы ни случилось дальше, это станет для вас аксиомой. Как сказал Алан Кей, один из пионеров в области объектно-ориентированного программирования и графического интерфейса, «Лучший способ предсказать будущее – изобрести его».

Так давайте сделаем это!

В следующей главе мы погрузимся в Unity, создадим первую 3D-сцену и рассмотрим глобальные координаты и масштабирование. Затем в главе 3 построим и запустим первый проект с VR-гарнитурой и увидим, как на самом деле работает виртуальная реальность.