

УДК 004.358+[528:378]
DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-6-28-38

Применение технологий виртуальной реальности в профессиональной подготовке специалистов в области геодезии

Н. А. Кирилов¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: kirilov-na@mail.ru

Аннотация. Виртуальная реальность позволяет получить будущему специалисту больше опыта работы с геодезическими приборами в различных условиях в дополнение к учебным или рабочим практикам. Внедрение технологий виртуальной реальности (VR) в учебный геодезический процесс требует создания соответствующего программного обеспечения, а прежде – разработки тестовой образовательной программы для фокус-группы. Цель исследования заключается в разработке методики создания прототипа геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии. В статье проведен анализ и выбор программных и технических средств, необходимых для разработки геодезического симулятора. Представлены этапы разработанной методики создания геодезического симулятора. В ходе исследования создан прототип геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии. Сделан вывод о целесообразности применения технологий виртуальной реальности в геодезическом образовании и перспективности проведения дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: геодезический симулятор, виртуальная реальность, геодезическое образование, 3D-моделирование

Введение

Получив теоретические знания на лекционных занятиях, будущие специалисты в области геодезии закрепляют усвоенный материал на практике [1, 2], однако при реализации дистанционной формы обучения, получившей на сегодняшний день широкое распространение, это невозможно. В этом случае практические занятия становятся недоступными для обучающегося. Та же проблема возникает и при заочном обучении. Без практики уровень подготовки будущих специалистов имеет тенденцию к понижению.

В настоящее время активно развиваются технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальностей, которые нашли свое применение в том числе в сфере образования [1–4].

Следует учитывать, что не все новые технологии можно успешно использовать в той или иной отрасли [5, 6]. То же самое касается и различных направлений обучения. Возможность, эффективность и целесообразность применения технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальностей при обучении будущих геодезистов требует проведения дополни-

тельных исследований. Таким образом, актуальность исследования не вызывает сомнений.

Целью исследования является изучение возможностей применения технологий виртуальной реальности при обучении будущих специалистов в области геодезии.

Для достижения поставленной цели был решен ряд задач:

– изучены возможности и целесообразность внедрения технологий виртуальной реальности в практический образовательный процесс в геодезии;

– выполнен анализ программных и технических средств, необходимых для разработки геодезического симулятора;

– разработана концептуальная модель геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии, а также основные этапы его создания.

Материалы и методы

На сегодняшний день технологии виртуальной реальности стали доступны конечному потребителю не только за счет того, что размеры приборов виртуальной реальности,

таких как шлем, уменьшились и лишились в большинстве своем проводов и лишних частей, но и за счет снижения цен на них [3, 7]. Кроме того, доступность виртуальной реальности возросла благодаря смартфонам и специально созданным для использования в связке со смартфоном устройством, называемым CardBoard, в которое вставляется смартфон. Устройства типа CardBoard за счет отсутствия контроллеров подходят больше для потребления контента, а не для взаимодействия с ним; по этой причине далее они рассматриваться не будут [7, 8]. Однако сам факт того, что процессоры смартфонов могут работать с виртуальной реальностью почти так же эффективно, как и приборы, подключенные к ПК, побудил производителей устройств виртуальной реальности переключиться на автономные шлемы виртуальной реальности, в которых установлены процессоры для мобильных устройств [2, 7].

Главной задачей внедрения технологий виртуальной реальности в процесс обучения геодезистов является увеличение практических навыков работы с геодезическими приборами в разных условиях съемки.

Помимо этого, следует отметить несколько несомненных преимуществ, возникающих при использовании технологий виртуальной реальности в процессе обучения.

Одно из них представляет собой повышение заинтересованности будущих специалистов в области геодезии путем прямого вовлечения в учебный процесс. Что это означает? Применение VR-технологий в образовательном процессе способствует активному обучению, в котором от будущего специалиста требуются действия внутри виртуального мира, будь то рекогносцировка местности или ведение геодезической съемки. Такой вид практических занятий наиболее интересен с точки зрения будущего специалиста, способствуя лучшему запоминанию информации.

Следующим несомненным достоинством являются практические занятия в любом месте и в одном помещении. За счет того, что прибор виртуальной реальности автономный, его можно смело использовать в любом месте как в аудиториях вуза, так и дома. Обучение в виртуальном мире позволяет пересекать

огромные расстояния, находясь при этом в одной комнате.

Также по результатам исследований, опубликованным в журнале *Journal of Computer Assisted Learning*, в которых проанализировано систематическое влияние виртуальной реальности в среднем и высшем образовании с 2000 по 2019 г., было выявлено, что виртуальная реальность улучшает визуальное представление информации и таким образом способствует обучению за счет расширения учебных ресурсов [9].

Это является еще одним достоинством внедрения VR-технологий в геодезическое образование.

Внедрение технологий виртуальной реальности в учебный геодезический процесс требует создания соответствующего программного обеспечения, а прежде – разработки тестовой образовательной программы для фокус-группы.

Разработка эффективного инструмента обучения на базе технологий виртуальной реальности требует глубокого анализа программных и технических средств, необходимых для создания геодезического симулятора.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования была разработана концептуальная модель геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии.

Следует выделить основные этапы создания геодезического симулятора:

- проектирование ландшафта;
- 3D-моделирование геодезических приборов и статических геодезических объектов;
- анимация 3D-объектов;
- реализация функциональных требований (геодезических вычислений).

Разработка геодезического симулятора требует применения программных продуктов, предназначенных для создания приложений виртуальной реальности, а также 3D-моделирования.

Игровые движки начинают внедрять в свой функционал инструментарий для работы с VR, который может помочь создавать контент для этих платформ, включая популяр-

ные на данный момент гарнитуры Oculus Rift и HTC Vive [10].

Для того чтобы выбрать движок, наиболее подходящий для создания геодезического симулятора в VR, необходимо определиться с главными критериями выбора.

К ним можно отнести следующие:

- поддержка игровым движком создания проектов в VR;
- удобство использования инструментов игрового движка;
- поддержка движком определенного шлема виртуальной реальности.

К дополнительным критериям выбора игрового движка можно отнести:

- стоимость;
- кроссплатформенность под VR;
- численность интернет-сообщества;
- язык программирования, который поддерживает движок.

Наиболее подходящими по описанным ранее критериям являются движки Unity и Unreal Engine [11–13]. Возможности этих движков разнообразны, поэтому их сравнение приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение возможностей игровых движков Unity и Unreal Engine

Характеристики	Игровой движок	
	Unity	Unreal Engine
Поддержка создания проектов под VR	Присутствует	Присутствует
Поддержка VR-гарнитур	Присутствует: Oculus Rift, Oculus Quest, Sony Morpheus, HTC Vive, Google Daydream, Samsung Gear VR и т. д.	Присутствует: Oculus Rift, HTC Vive, Oculus Quest и т. д.
Стоимость движка	Разные версии, есть бесплатная	Разные версии, есть бесплатная
Кроссплатформенность под VR	Присутствует	Присутствует
Язык программирования, который поддерживает движок	C#	C++, а также поддержка скриптинга без программирования

Анализ сведений табл. 1 позволяет сделать вывод о том, что по объективным признакам оба движка подходят для создания симулятора работы с геодезическими приборами в виртуальной реальности. Тогда остается вопрос: какой движок выбрать в качестве фундамента для симулятора?

Здесь стоит принять во внимание субъективные характеристики, такие как графика, удобство и опыт использования, а также непосредственно язык программирования. Так как симулятор не создается в качестве AAA-проекта, команда разработчиков симулятора содержит штат сотрудников, равный одному, то выбор в пользу Unity оправдан. Что касается удобства использования и языка программирования, то C#, по сравнению с C++, проще в освоении, поэтому выбор в данном случае был отдан именно ему. Все эти характеристики сводятся к тому, что для созда-

ния симулятора работы с геодезическими приборами в виртуальной реальности выбор был отдан игровому движку Unity от разработчиков Unity Technologies.

С экономической и практической точки зрения для создания симулятора работы с геодезическими приборами больше подходит широко направленный набор инструментов от разработчиков Unity – XR Interaction Toolkit за счет его универсальности, несмотря на увеличение времени на его освоение. XR Interaction Toolkit представляет собой высокоуровневую компонентную систему взаимодействия для создания VR- и AR-продуктов (AR – Augmented Reality – «дополнительная реальность»). Ядром этой системы является набор базовых компонентов, таких как *interactor* и *interactable*, а также общего компонента, который связывает их между собой. Самым главным достоинством данного на-

бора инструментов служит то, что он универсальный, то есть поддерживает работу с такими системами, как Oculus (ПК и Android-версии), Windows Mixed Reality, и прост в установке, так как предоставляется самими разработчиками Unity [14].

Для симулятора работы с геодезическими приборами в VR необходимы инструменты для создания ландшафта симулятора. Для этого оптимально использовать Terrain Tools, позволяющий создать поверхность любого размера, на которую можно будет наносить ландшафты. Кроме того, потребуется тек-

стура для каждого элемента ландшафта: грязи, песка, травы с землей, горной породы и т. п. Эти текстуры можно найти в свободном доступе в магазине ассетов Unity. Также инструмент Terrain Tools позволяет добавлять к ландшафту такие элементы, как деревья и траву [12, 13]. Это будут 3D-элементы, добавляющие эффект присутствия. Сами модели 3D-деревьев и травы можно также скачать из магазина ассетов.

На рис. 1 представлена концепция ландшафта симулятора работы с геодезическими приборами в VR.

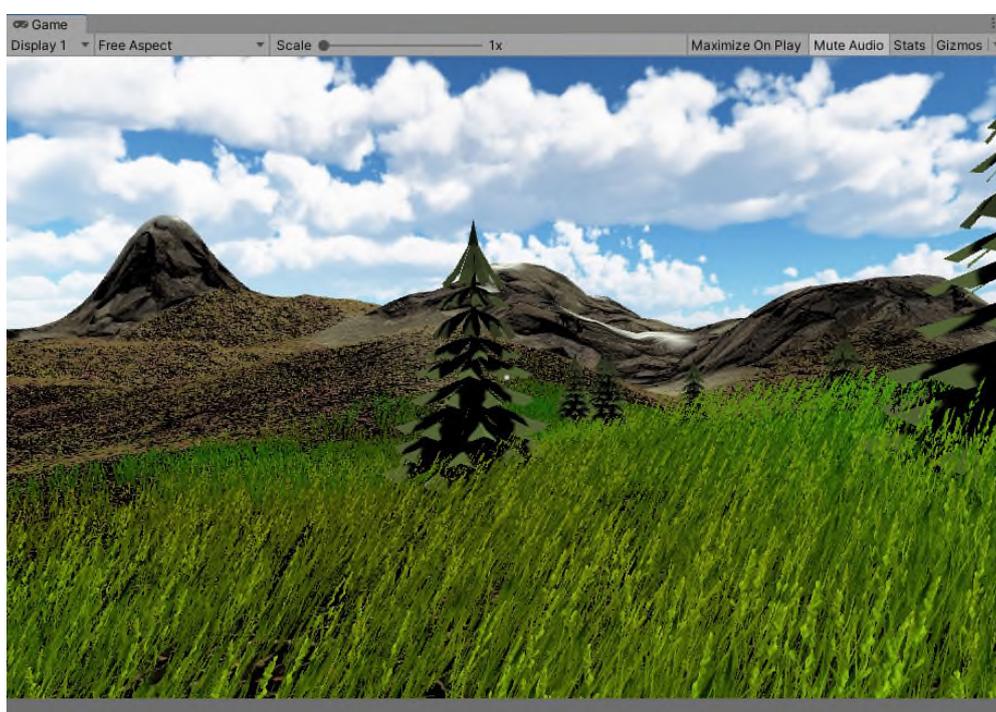


Рис. 1. Концепция ландшафта симулятора работы с геодезическими приборами

Также симулятор можно оснастить дополнительными инструментами, позволяющими придать симулятору эффект глубины. Например, на точке появления персонажа можно добавить автомобиль и стол с заданием.

Одним из важнейших этапов создания геодезического симулятора является моделирование геодезических приборов. Для выбора программного обеспечения, наиболее подходящего для создания 3D-моделей геодезических объектов, таких как штатив и тахеометр, был выполнен анализ наиболее популярных программных продуктов [15]. Для их сравнения была составлена сводная табл. 2.

На основе сравнения программ для 3D-моделирования можно сделать выводы о том, что программный продукт Zbrush не подходит для создания геодезических 3D-моделей, так как у него нет возможности моделирования твердой поверхности. В основном программный продукт Autodesk Maya предназначен для создания анимации и персонажей, а также, из-за высокой стоимости и сложности освоения, не рекомендуется к выбору в качестве программы для 3D-моделирования геодезических моделей [15].

Наиболее подходящими для этой задачи программными продуктами являются Auto-

desk 3DS Max и Blender благодаря тому, что обе программы поддерживают возможность моделирования твердых поверхностей и специализируются на этом. Несмотря на то, что в 3DS Max лучшее в индустрии полигональное моделирование, из двух программ выбор был сделан в пользу программы с открытым исходным кодом Blender за счет того, что несмотря на бесплатное распространение про-

граммы, по функциональной части она может конкурировать с коммерческими решениями от других фирм, в частности, с 3DS Max, на том же уровне.

Таким образом было выбрано программное обеспечение, необходимое для разработки геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии.

Таблица 2

Сравнение программных продуктов для 3D-моделирования геодезических объектов

Критерии	Autodesk 3DS Max	Blender	ZBrush	Autodesk Maya
Ценовая доступность пользователю	Платная. По подписке 135 долларов в месяц	Бесплатная	Платная. По подписке 39,95 долларов в месяц; бессрочная лицензия – 895 долларов	Платная, по подписке 215 долларов в месяц
Направленность	Статичные архитектурные проекты	Создание трехмерных моделей в кино, играх и мультфильмах; работа с анимацией и эффектами	Создание моделей органических объектов при помощи кистей	Анимация и создание персонажей в кино, играх, мультфильмах
Функциональные особенности	Возможность подключения сторонних плагинов; создание реалистичной картинки; встроенный vray-рендеринг; лучшее в индустрии полигональное моделирование	Возможность создания спецэффектов VFX; возможность добавления плагинов; реалистичная картинка	Детализированный скульптинг персонажей с помощью цифровой глины; большой функционал кистей	Отраслевой стандарт работы с персонажами; процедурные эффекты; Arnold-рендеринг
Возможность моделирования твердой поверхности	Присутствует	Присутствует	Отсутствует	Присутствует
Сложность в освоении	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая

Прежде чем приступить к созданию 3D-моделей геодезических объектов, стоит определиться, что будет присутствовать в симуляторе работы с геодезическими приборами в режиме виртуальной реальности.

В реальности геодезист, выезжая на полевые измерения, берет с собой базовые принадлежности, такие как геодезический прибор, кейс для хранения прибора и его дополнительных атрибутов, таких как два комплекта аккумуляторов, зарядное устройство, кабель для соединения с ПК и т. д., штатив, вежи, отражатели на вежу, временные точки

хода. При этом комплекты могут быть различными и зависят от спектра работ, которые необходимо выполнить на участке.

Добавление всех вышеперечисленных компонентов в геодезический симулятор вызывает негативный эффект, связанный с нагружением объектов. Исходя из этого, в геодезический симулятор следует добавить такие предметы, как геодезический прибор, штатив, вежи, отражатели на вежу и колья. Все перечисленные предметы относятся к интерактивным, то есть с ними будет непосредственное взаимодействие со стороны пользо-

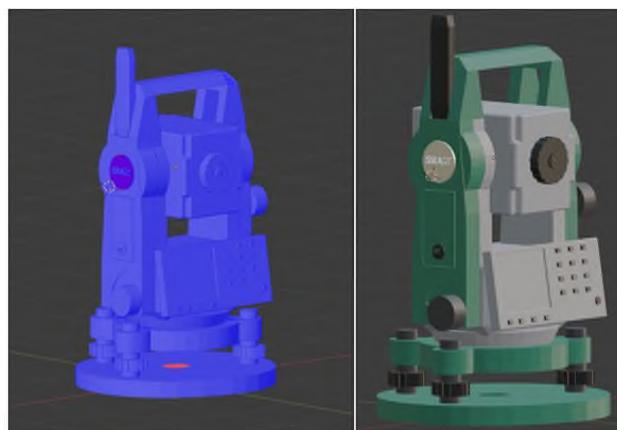
вателя. Так как в геодезическом симуляторе пользователь будет один и для того, чтобы ему было комфортно брать все оборудование с собой, было принято решение создать 3D-объект рюкзака, который будет вмещать в себя все геодезическое оборудование.

Не стоит забывать и о статичных геодезических объектах, таких как пункты государственной геодезической сети и временная точка хода. В зависимости от рельефа карты они будут отличаться по своему виду, но функциональное значение сохранится неизменным. С данными объектами нельзя будет взаимодействовать напрямую, но исключать их из симулятора нежелательно, так как от них будут вестись геодезические ходы.

Из всех перечисленных выше 3D-моделей тахеометр является самым сложным с точки зрения геометрии и количества деталей. Он состоит из 27 кубов, 15 цилиндров, 2 торусов и 6 кругов. С результатом создания 3D-модели тахеометра можно ознакомиться на рис. 2.

После того, как все необходимые для геодезического симулятора 3D-модели были созданы, нормали верно настроены и созданы шаблоны для материалов моделей, необхо-

димо конвертировать объекты в формат, который поддерживает движок Unity. В данном случае это экспорт модели из Blender либо в файл типа collada (.dae), либо в FBX (.fbx).



а)

б)

Рис. 2. 3D-модель тахеометра:

а) 3D-модель с правильно настроенными нормальными; б) готовая 3D-модель тахеометра с наложенными на нее материалами

На рис. 3 можно ознакомиться с загруженными и доработанными моделями 3D-объектов на сцену игрового движка Unity.

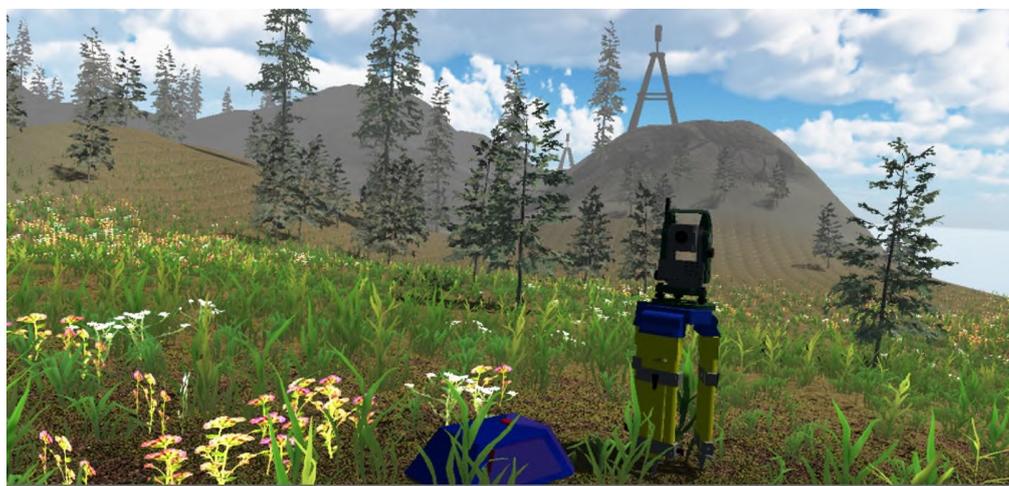


Рис. 3. Сцена с 3D-моделями симулятора работы с геодезическими приборами в VR

После того, как были созданы и загружены в игровой движок Unity 3D-модели геодезических объектов, можно приступить к реализации функциональных требований проекта путем анимирования объектов для взаимодействия с ними. К таким объектам отно-

сится большинство созданных в программе Blender, а именно: тахеометр, веха, отражатель, штатив, кольшеч, рюкзак.

Для добавления точек взаимодействия и анимирования объектов будут использованы только технологии движка Unity и ин-

струменты XR Interaction Toolkit, которые входят в данный движок.

Самыми трудоемкими объектами для анимирования являются тахеометр и штатив, за счет того, что в них больше всего точек взаимодействия. Тахеометр представляет собой пять элементов взаимодействия.

Первым элементом является весь прибор, так как необходимо реализовать процесс перемещения прибора из одного места в другое. Для этого потребуется брать прибор в виртуальные руки пользователя. Вторым элементом взаимодействия является горизонтальное вращение прибора на 360° . При соприкосновении с определенной точкой взаимодействия прибор должен начать вращаться по горизонтали. Также у тахеометра существует зрительная труба, являющаяся третьим элементом взаимодействия, так как вращается также на 360° , только в другой плоскости. Четвертый элемент взаимодействия – кнопка включения тахеометра. И пятый элемент взаимодействия – это экран тахеометра после его включения.

Большое количество точек взаимодействия с объектом делает процесс анимирования достаточно сложным, так как предугадать поведение объекта становится проблематично за счет того, что каждый элемент объекта, находясь в виртуальных руках, ведет себя как отдельный объект.

Для того чтобы реализовать столько точек взаимодействия и не сломать составной 3D-объект, предлагается использовать так называемый Joint, который представляет собой компонент, связывающий объекты или их части. Благодаря Joint при взаимодействии виртуальных рук пользователя с частями объектов эти части не являются отдельными объектами, оставаясь подчиненными главному объекту. Так как две точки взаимодействия приходятся на вращение частей тахеометра в горизонтальной и вертикальной плоскостях, то для этих целей можно применить компонент Hinge Joint, позволяющий вращать определенную часть объекта как в заданных лимитах плоскостей и градусов, так и в свободном виде. В данном случае ограничение вращения будет заблокировано по осям X или Y , в зависимости от объекта вращения. Следующую точку взаимодействия следует реализовывать

с помощью Configurable Joint, который отличается более тонкой настройкой. В данном случае это необходимо, так как точкой взаимодействия является кнопка включения прибора, соответственно, необходимо настроить нажатие на эту кнопку, установить лимит срабатывания кнопки, порог нажатия. Оставшиеся точки взаимодействия не требуют применения компонента Joint для своей работы, так как отличаются по виду взаимодействия с ними. Точка взаимодействия взятия в руки целого прибора реализуется через компонент XR Grab Interactable, который входит в пакет инструментов XR Interaction Toolkit. Последняя точка взаимодействия с прибором выделяется среди других тем, что включает в себя множество составных частей, – это точка взаимодействия с меню тахеометра. Взаимодействие с меню прибора происходит за счет дистанционного наведения виртуальной руки пользователя на открывшееся окно, так как при наведении на окно меню из виртуальной руки будет выходить небольшой луч, позволяющий взаимодействовать с элементами меню. Это достигается за счет добавления таких компонентов, как XR Ray Interactor с включенным параметром Enable Interaction with UI GameObjects для взаимодействия с объектом путем наведения луча; Line Renderer и XR Interactor Line Visual для отрисовки луча в реальном времени. На рис. 4 можно ознакомиться с изображением всех точек взаимодействия и наброском их анимации.

После расстановки всех точек взаимодействия и добавления анимации к объектам необходимо реализовать функциональные требования, связанные с геодезическими вычислениями и техническими особенностями работы геодезического симулятора.

При ведении работ геодезист больше всего взаимодействует с геодезическими приборами, программированию именно их функционала необходимо уделить особое внимание при проектировании симулятора. Однако для того, чтобы работал весь функционал тахеометра, необходимо программирование такого объекта, как вежа.

Основными элементами управления тахеометра при геодезических работах являются меню, фокусировка линз для настройки

резкости, наводящие винты для точной настройки и горизонтальный и вертикальный круги, с помощью которых происходит наведение на цель. Меню тахеометра и фокусировка линз требуют написания кода для их реализации.

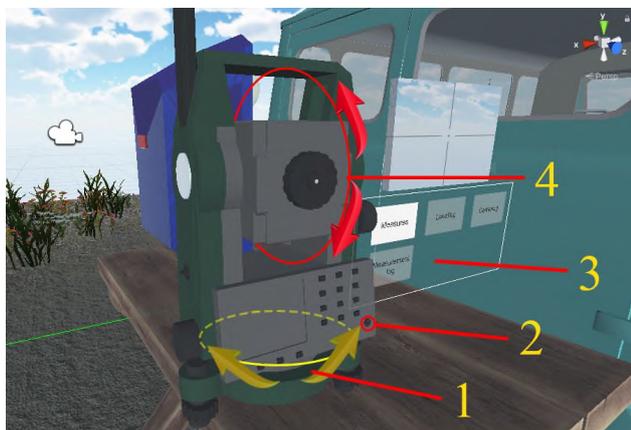


Рис. 4. 3D-модель тахеометра с обозначенными местами точек взаимодействия и схемой анимации:

1 – точка взаимодействия с алидадой прибора (вращение прибора по оси Y); 2 – точка взаимодействия включения прибора; 3 – точка взаимодействия с меню; 4 – точка взаимодействия со зрительной трубой прибора (вращение зрительной трубы по оси X)

Само измерение углов и расстояний рассчитывается по специальным формулам. Стоит отметить, что в реальной жизни большое количество итераций измерений на одну точку обусловлено тем фактом, что измерения будут разные, так как на прибор, как и на луч, исходящий из него для измерения, действуют разные физические силы. На измерения может влиять и точность прибора. В симуляторе достичь такого эффекта влияния окружающей среды и точности прибора на измерения достаточно затруднительно, поэтому было решено имитировать их математическим путем через введение случайной переменной в формулы. Количество итераций измерений углов равно десяти. Точность измерения углов прибора составляет 0,5 секунд. Для имитации разных измерений в каждую итерацию будет вводиться число из диапазона от $-0,5$ до $0,5$ секунд. Далее происходит суммирование итераций и деление суммы на десять.

В остальном функционал тахеометра в геодезическом симуляторе полностью повторяет функционал реального прибора.

На рис. 5 представлено основное меню тахеометра в геодезическом симуляторе.

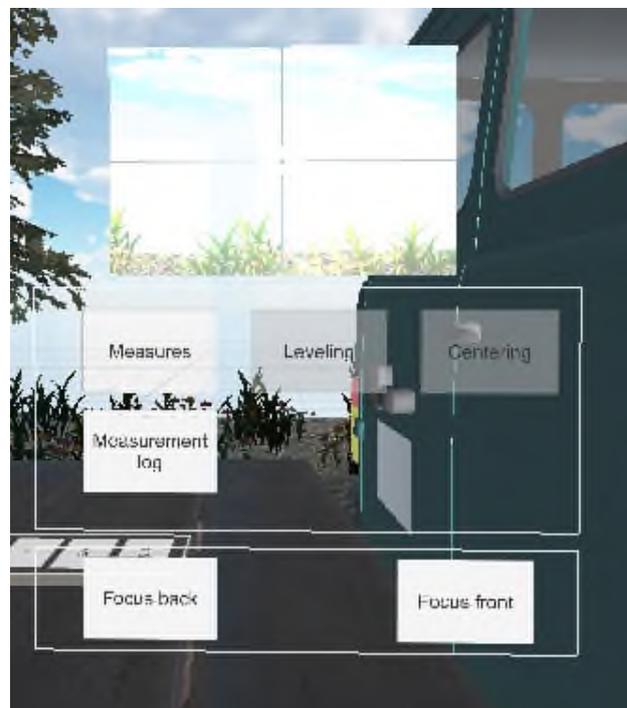


Рис. 5. Изображение основного меню тахеометра

Подобным образом программируются такие объекты, как веха, планшет обучения, планшет меню и рюкзак.

Для того чтобы симулятор работы с геодезическим оборудованием представлял собой цельный проект, необходимо добавить в него еще минимум две сцены: главного меню, а также геодезического музея. Это требует проведения дальнейших исследований.

Заключение

В ходе исследования была достигнута его цель – разработана методика создания прототипа геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии.

При проведении исследования был выполнен анализ программных и технических средств, необходимых для разработки геодезического симулятора. Также были разрабо-

таны основные этапы методики создания геодезического симулятора. Проведена апробация предложенной методики посредством создания прототипа геодезического симулятора, предназначенного для обучения будущих специалистов в области геодезии.

Для полноценного функционирования геодезического симулятора необходимо проведение дальнейших исследований, направленных на создание еще минимум двух сцен – главного меню и геодезического музея.

По результатам исследования можно сделать вывод о целесообразности применения технологий виртуальной реальности в геоде-

зическом образовании и перспективности проведения дальнейших исследований в этой области.

В области образования виртуальная реальность раскрывает свои возможности в полную силу, позволяя будущему специалисту отработать множество сценариев геодезической съемки, будучи в одной комнате. Это позволит получить специалисту больше опыта работы с геодезическими приборами в различных условиях в дополнение к учебным или рабочим практикам. С данными навыками специалисту будет легче погрузиться в рабочий процесс с первых дней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Liu D. The potentials and trends of virtual reality in education. A bibliometric analysis on top research studies in the last two decades // *Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education*. – Singapore: Springer, 2017. – P. 105–130.
2. Антониади К. С., Грубич Т. Ю. Применение VR и AR технологий в образовании // *Новые импульсы развития: вопросы научных исследований*. – 2020. – № 2. – С. 26–29.
3. Уваров А. Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // *Наука и школа*. – 2018. – № 4. – С. 108–117.
4. Иванько А. Ф., Иванько М. А., Бурцева М. Б. Дополненная и виртуальная реальность в образовании // *Молодой ученый*. – 2018. – № 37 (223). – С. 11–17.
5. Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Байков К. С., Осипов А. Г., Савиных В. Н. Геопространственный дискурс в системе опережающего научного мышления // *Вестник СГУГиТ*. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 53–67.
6. Лисицкий Д. В., Осипов А. Г., Савиных В. Н., Кичеев В. Г., Макаренко Н. Н. Геоинформационное пространство: реальный мир и дополненная реальность // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геопространство в социогуманитарном дискурсе» : сб. материалов (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.)*. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 31–37.
7. Иванько А. Ф., Иванько М. А., Калабугина Д. В. Геймификация в образовательном процессе // *XX Междунар. науч. чтения памяти Р. Е. Алексеева : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., 15 декабря 2017 г.* – М. : ЕФИР, 2017. – С. 119.
8. Карпик А. П., Мусихин И. А., Ветошкин Д. Н. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития // *Вестник СГУГиТ*. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 155–163.
9. Luo H., Li G., Zuo M., Feng Q., Yang Y. Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019 // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2021. – P. 1–15.
10. Virtual Reality [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unity.com/unity/features/vr/> (дата обращения: 28.10.2022).
11. What is Unreal Engine? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.educba.com/> (дата обращения: 12.10.2022).
12. What is Unreal Engine? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://conceptartempire.com/what-is-unreal-engine/> (дата обращения: 12.10.2022).
13. Unity Integration Archive [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.oculus.com/downloads/package/unity-integration-archive/> (дата обращения: 12.10.2022).
14. XR Interaction Toolkit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.xr.interaction.toolkit.html> (дата обращения: 28.10.2022).
15. Best 3D modelling software of 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techradar.com/best/best-3d-modelling-software> (дата обращения: 30.10.2022).

Об авторах

Никита Александрович Кирилов – аспирант кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Получено 14.11.2022

© Н. А. Кирилов, 2022

The use of virtual reality technologies in the training of future specialists in the field of geodesy

N. A. Kirilov^{1*}

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: kirilov-na@mail.ru

Abstract. Virtual reality allows getting more experience with geodetic instruments in various conditions in the future in addition to educational or vocational practices. The introduction of virtual reality technologies into the educational geodetic process requires the creation of appropriate software, and first the development of a test educational program for the focus group. The purpose of the study is to develop a methodology for creating a prototype of a geodetic simulator designed to train future specialists in the field of geodesy. The article analyzes and selects the software and hardware required for the development of a geodetic simulator. The stages of the developed methodology for creating a geodetic simulator are presented. In the course of the study, a prototype of a geodetic simulator was created, designed to train future specialists in the field of geodesy. The conclusion is made about the expediency of using virtual reality technologies in geodetic education and the prospects for further research in this area.

Keywords: geodesic simulator, virtual reality, geodesic education, 3D modeling

REFERENCES

1. Liu, D. (2017). The potentials and trends of virtual reality in education. A bibliometric analysis on top research studies in the last two decades. *Virtual, Augmented and Mixed Realities in Education* (pp. 105–130). Singapore: Springer.
2. Antoniadi, K. S., & Grubich, T. Y. (2020). Application of VR and AR technologies in education. *Novye impul'sy razvitiya: voprosy nauchnykh issledovaniy [New Impulses of Development: Issues of Scientific Research]*, 2, 26–29 [in Russian].
3. Uvarov, A. Yu. (2018). Virtual reality technologies in education. *Nauka i shkola [Science and School]*, 4, 108–117 [in Russian].
4. Ivanko, A. F., Ivanko, M. A., & Burtseva, M. B. (2018). Augmented and virtual reality in education. *Molodoj uchenyj [Young Scientist]*, 37(223), 11–17 [in Russian].
5. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Baykov, K. S., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2017). Geospatial discourse in the system of advanced scientific thinking. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(4), 53–67 [in Russian].
6. Lisitsky, D. V., Osipov, A. G., Savinykh, V. N., Kicheev, V. G., & Makarenko, N. N. (2018). Geoinformation space: the real world and augmented reality. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2018: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Geoprostranstvo v sotsiogumanitarnom diskurse [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2018: International Scientific Conference: Geospace in Socio-Humanitarian Discourse]* (pp. 31–37). Novosibirsk: SGUGIT [in Russian].
7. Ivanko, A. F., Ivanko, M. A., & Kalabugina, D. V. (2017). Gamification in the educational process. In *Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenci: XX Mezhdunarodnye nauchnye chteniya pamyati Alekseeva R. E. [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: XX International Scientific Readings in Memory of Alekseev R. E.]* (P. 119). Moscow: EFIR Publ. [in Russian].
8. Karpik, A. P., Musikhin, I. A., & Vetoshkin, D. N. (2021). Intellectual information models of territories as an effective tool of spatial and economic development. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(2), 155–163 [in Russian].

9. Luo, H., Li, G., Zuo, M., Feng, Q., & Yang, Y. (2021). Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *Journal of Computer Assisted Learning* (pp. 1–15).
10. Virtual Reality. (n. d.). Retrieved from <https://unity.com/unity/features/vr/> (accessed October 28, 2022).
11. What is Unreal Engine? (n. d.). Retrieved from <https://www.educba.com/> (accessed October 12, 2022).
12. What is Unreal Engine? (n. d.). Retrieved from <https://conceptartempire.com/what-is-unreal-engine/> (accessed October 12, 2022).
13. Unity Integration Archive. (n. d.). Retrieved from <https://developer.oculus.com/downloads/package/unity-integration-archive/> (accessed October 12, 2022).
14. XR Interaction Toolkit. (n. d.). Retrieved from <https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.xr.interaction.toolkit.html> (accessed October 28, 2022).
15. Best 3D modelling software of 2021. (n. d.). Retrieved from <https://www.techradar.com/best/best-3d-modelling-software> (accessed October 30, 2022).

Author details

Nikita A. Kirilov – Ph. D. Student, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Received 14.11.2022

© *N. A. Kirilov, 2022*