

УДК 004.94

РАЗРАБОТКА VR СИМУЛЯТОРА РАДИОТЕРАПИИ VRADLAB ДЛЯ УЧЕБНОГО КУРСА «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»

Борисов А.И., Коконцев Д.А., Гольцов А.Н.

Институт искусственного интеллекта, МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия, artem160920@mail.ru

Аннотация. В работе обсуждается применение виртуальной реальности к разработке отечественного программного продукта виртуального радиотерапевтического аппарата, предназначенного для образовательных целей в курсе медицинской физики.

Ключевые слова. Виртуальная реальность, образование, медицинская физика, установки лучевой терапии.

Одно из актуальных современных направлений в образовательных технологиях является создание и внедрение образовательных сред с использованием технологий виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) в учебный процесс. В этом направлении широко ведутся работы по виртуализации учебных лабораторий с созданием цифровых двойников экспериментальных установок в инженерных университетах. Особенно это актуально в случае высокотехнологического оборудования, когда виртуализация помогает обеспечить более широкий доступ студентов к оборудованию и возможности получить начальный опыт работы на нем. Похожая задача стоит и перед медицинскими университетами, где виртуализация, например, курсов хирургии поможет студентам получить первый опыт в хирургии до непосредственной работы в хирургическом отделении.

В нашу современную эпоху цифровизация и виртуализация учебных процессов стали одними из перспективных направлений в образовательном процессе. Все больше и больше различных практических и лабораторных работ переводятся в цифровой вид для наглядного понимания студентами конкретной выбранной темы.

В конечном итоге, виртуальная реальность должна решить проблему обучения дисциплинам, требующих освоения практических навыков студентами, что должно повысить квалификацию выпускаемых специалистов [1–3].

С похожими задачами мы встретились на кафедре биокрибернетических систем и технологий (БКСТ) в новом курсе Медицинской физики, где студенты должны приобрести начальный опыт работы на медицинских установках радиотерапии, на которых проводится лечение онкобольных и, к которым обычно реальный доступ в клиниках существенно ограничен из-за с высокой загрузки этого оборудования в лечебном процессе.

В связи с этим разработка виртуального аппарата радиотерапии является актуальной для курсов Медицинской физики и подготовки медицинских физиков во многих университетах России, а также в центрах повышения квалификации медицинского персонала.

Данный проект направлен на разработку отечественного программного продукта по созданию виртуального радиотерапевтического аппарата, предназначенного для образовательных целей в курсах медицинской физики. На кафедре БКСТ раз-

рабатываемая VR образовательная среда VRadLab может стать заменой зарубежного программного обеспечения VERT от английской компании Vertual (<https://vertual.co.uk/>), которая установлена на нашей кафедре. VERT является дорогостоящей программой, и стоимость установки которой для одного учебного класса составляет более 40 млн. руб. В связи с большой стоимостью зарубежного продукта и с проблемами его ежегодного обновления разрабатываемый в данном проекте продукт может быть востребован во многих университетах и медицинских центрах, где ведется подготовка медицинских физиков.

Использовать аппараты реальных фирм в собственном проекте имеет юридическую значимость, при которой нельзя без согласия брать чужую разработку без получения согласия. Именно поэтому для текущего проекта выделяются основные особенности конструкций лучевых аппаратов и реализовывается макет.

В английском приложении VERT имеется симуляция с аппаратами Varian и Elekta (рисунок 1). Хотя в новых версиях приложения, разработчики добавили другие аппараты.



Рисунок 1 – Общая сцена с аппаратом лучевой терапии Elekta Synergy Platfo в симуляторе VERT

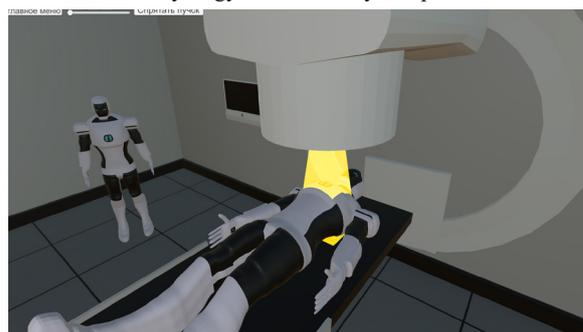


Рисунок 2 – Общая сцена аппарата лучевой терапии в симуляторе VRadLab

Разрабатываемая VR образовательная среда радиотерапии VRadLab будет включать следующие структурные модули: сцена кабинета по лучевой терапии (рисунок 2), ускоритель электронов, система формирования фотонного пучка, система коллиматоров, вращающаяся система гантри, стол пациента, комплекс водного фантома для калибровки аппарата, система детекторов и система управления аппаратом. VRadLab будет обладать следующими функциональными модулями, параметры которых можно изменять и контролировать в процессе работы в системе: модуль ускорителя, модуль симуляции лучевой терапии, модуль интерфейса для установки параметров настроек аппарата, модуль водного фантома с возможностью симуляции дозиметрических процедур и симулятор дозиметрического оборудования, модуль визуализации планов лучевой терапии; модуль рентгеновской навигации на основе DICOM изображений компьютерной томографии.

Проект должен помочь в развитии и повышении квалификации выпускаемых специалистов в области медицинских физиков в российских университетах за счет внедрения VR технологии в образовательный процесс.

Разрабатываемый проект будет открытым программным продуктом (OpenSource) для свободного распространения в университетах, где ведется подготовка медицинских физиков, а также с возможностью его установки на компьютерах студентов для их самостоятельной работы. Разработка VRadLab будет вестись в кроссплатформенной среде разработки Unity3D. Приложение будет реализовано на персональных компьютерах с возможностью подключения VR-очков. При разработке отдельных модулей будут использованы языки программирования C# и Python. Также будет использоваться открытое приложение 3D Slicer (<https://www.slicer.org>) для включения DICOM изображений.

Данный проект будет давать возможность изучать конструкцию данных аппаратов посредством нажатия курсором на отдельных элементах аппарата. На рисунке 3 предоставлена схема головки ускорителя аппарата лучевой терапии, которая доступна студентам для изучения в VRadLab [4,5].

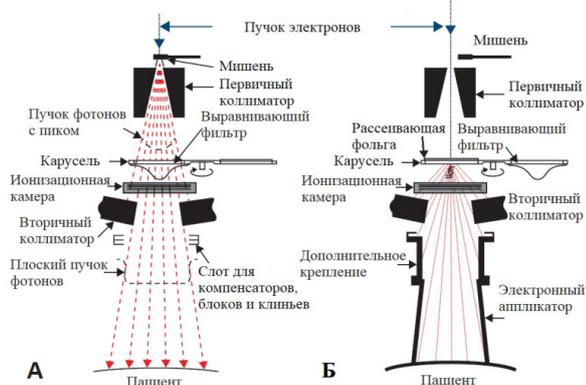


Рис.16. Схема головки ускорителя: А – облучение фотонами, Б – облучение электронами

Рисунок 3 – Схема головки ускорителя: А – облучение фотонами, Б – облучение электронами

Целью проекта является создание прототипа образовательной компьютерной платформы VRadLab с использованием технологии виртуальной реальности для симуляции и визуализации аппарата лучевой терапии. Приложение воспроизводит в 3D-формате кабинет лучевой терапии с оборудованием, используемым при лучевой терапии. VRadLab предназначена для обучения студентов по специальностям: Медицинская физика, Приборы, системы и изделия медицинского назначения, а также Биотехнические системы и технологии. Работа в VR среде VRadLab позволит студентам получить опыт работы на современном оборудовании лучевой терапии, изучить основные его модули и конструкционные особенности, освоить методы медицинской дозиметрии и планирования лучевой терапии пациентов. Студент, работающий на данном виртуальном оборудовании, не будет подвергаться действию ионизирующего излучения и процесс их обучения не будет занимать время работы реальной установки по радиотерапии в отделении лучевой терапии. Разрабатываемая система VRadLab будет полезна для медицинских физиков, технологов-операторов, врачей, дозиметристов, работающих в отделениях лучевой терапии.

Разработка данного приложения позволит не закупать зарубежное программное обеспечение VERT, а также ежегодного его обновления, приобретение которого затруднено в настоящее время.

Необходимость разработки подобной VR образовательной среды в России связано, во-первых, задачами импортозамещения зарубежного ПО.

Также необходимость создания связана со следующими проблемами обучения медицинских физиков. Отделения лучевой терапии довольно сильно загружены и использование аппаратов лучевой терапии в учебном процессе затруднено. Также возникают проблемы с доступностью для студентов посещения клинических отделений лучевой терапии, т. к. лечебный процесс диктует санитарные ограничения. Лечебные установки радиотерапии также являются источниками ионизирующего излучения с повышенным классом опасности, что существенно ограничивает доступ студентов. Поскольку дорогостоящее дозиметрическое оборудование интенсивно используется в обеспечении лечебного процесса, медицинские физики и дозиметристы клиники не доверяют его студентам. Таким образом, студентам – медицинским физикам просто негде получить практические навыки, соответствующие желаниям работодателей.

Напротив, использование разрабатываемой VR образовательной среды VRadLab для знакомства студентов с оборудованием и проведения лабораторных работ студенту не потребуется выезжать в больницы, где имеются аппараты, подвергаться риску при работе с ионизирующим излучением, и им достаточно будет на компьютере на занятии запустить приложение и проделать все тоже самое с возможностью совершать, оценивать и исправлять ошибки.

Приложение будет совершенствоваться в соответствии с запросами пользователей в процессе освоения и эксплуатации. Приложение будет иметь как



русскую, так и английскую локализации, что позволит работе зарубежным студентам, обучающимся в России.

Ещё одну важную проблему, которую должен будет решать проект – это разработка отечественного программного обеспечения независимого от зарубежных компаний, в тоже время делая продукт более доступным для российских университетов и медицинских учреждений. Здесь фактически решается проблема импортозамещения дорогостоящего программного продукта.

Главными достоинствами и основными конкурентными преимуществами разрабатываемой в проекте VR образовательной среды VRadLab является следующее:

– Большим преимуществом разрабатываемой образовательной среды VRadLab по сравнению с дорогостоящим продуктом VERT будет ее открытость и возможность свободного распространения в университетах и установки студентами на своих компьютерах.

– В продукте VERT имеется несколько багов, которые будут исправлены в нашем продукте.

– Приложение VERT имеет высокую нагрузку процессор, из-за чего даже на довольно производительных компьютерах оборудовании происходит зависания, что недопустимо при работе в классе. При разработке нашего продукта будет уделено большое внимание для преодоления этой проблемы за счет особенностей игрового движка, оптимально распределяющего ресурсы между аппаратными средствами.

– В данном программном продукте будут реализованы возможности отсутствующие в зарубежном приложении VERT, например, возможность для обучающегося изучить работу различных модулей аппарата лучевой терапии в процессе работы в VR образовательной среды VRadLab.

– Специально для работы в среде VRadLab будет разработан лабораторный практикум для студентов по курсу Медицинская физика и подготовлены методические пособия в электронном виде. В лабораторный практикум будут входить работы по симуляции работы медицинского физика по подготовке оборудования к курсу лучевой терапии пациентов.

– Программные модули и возможности VR образовательной среды VRadLab будет постоянно дополняться и обновляться за счет рекомендации врачей,

преподавателей, медицинских физиков, с которыми будут проводиться регулярные встречи по дальнейшему развитию данного образовательного продукта.

Таблица 1 – Сравнение возможностей Vert и VRadLab

Возможности	VRadLab	Vert
Настройка пучка	+	+
Работа с водным фантомом	+	+
Работа с антропоморфными фантомами	+	+
Библиотека тест-объектов	+	+
Планирование лучевой терапии	+	-
Возможность изучения принципов работы аппарата	+	-
Возможность изучения конструкционных схем аппарата	+	-
Полностью русифицированный интерфейс	+	-
Бесплатное обновление	+	-
Количество симулируемых аппаратов	1	Более 7 только в новой версии

Литература

1. Хозе Е.Г. Виртуальная реальность и образование // Современная зарубежная психология. – 2021. – Т. 10. – №. 3. – С. 68-78.
2. Виртуальная реальность в образовании: Высшая школа бизнеса. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://hsbi.hse.ru/articles/virtualnaya-realnost-v-obrazovanii/>
3. Черняев А.П., Лыкова Е.Н., Поподько А.И. Медицинское оборудование в современной лучевой терапии // Учебное пособие МГУ Москва. – 2019.
4. Сотников А.М. и др. Дополненная и виртуальная реальность в образовании как инструмент осознанного обучения // Вестник Пензенского государственного университета. – 2021. – №. 4 (36). – С. 117–122.
5. Лыкова Е.Н., Уразова К.А. Введение в планирование лучевой терапии пучками тормозных фотонов. – 2019

DEVELOPMENT OF THE VR RADIOTHERAPY SIMULATOR VRADLAB FOR THE MEDICAL PHYSICS COURSE

A.I. Borisov, D.A. Kokoncev, A.N. Goltsov

Institute of Artificial Intelligence, MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia, artem160920@mail.ru

Abstract. The paper discusses the application of virtual reality to the development of a domestic software product of a virtual radiotherapy device designed for educational purposes in the course of medical physics.

Keywords. Virtual reality, education, medical physics, radiation therapy facilities.