

**СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ТРЕНАЖЁРА СВАРЩИКА
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Кравцов А. Е., Белозёрова С. И.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Хабаровск, Российская Федерация,
e-mail: si@list.ru*

В данной статье рассматриваются разработка и применение трехмерного тренажёра сварщика как инструмента цифровизации профессиональной подготовки и интеграции образовательных программ среднего профессионального и высшего образования. Тема статьи является актуальной, так как данная разработка поможет оптимизировать процесс обучения, позволит повысить безопасность и снизить экономические затраты. Цель исследования – выполнить обоснование необходимости создания и показать результаты разработки трехмерного тренажера сварщика как инструмента реализации образовательных программ, обеспечивающих подготовку специалистов сварочного производства в системе среднего профессионального и высшего образования. Материалами исследования являются нормативно-справочные документы и действующие образовательные программы, регламентирующие подготовку кадров по сварочным технологиям. Методы исследования – теоретические, связанные с анализом и синтезом технической, научно-методической и нормативной литературы, а также эмпирические, основанные на педагогическом эксперименте, наблюдении, тестировании, анализе продуктов учебной деятельности. Результатами исследования являются: анализ существующих проблем практического обучения сварке, формулировка основных требований к разработке трехмерного тренажера, описание функционала разработанной модели, основанной на технологиях Unity, Blender и C#, с реализацией процесса наиболее распространенного метода – полуавтоматической дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов. Выводы исследования: разработанный трехмерный тренажёр сварщика наглядно демонстрирует возможность внедрения современных информационных технологий в учебный процесс, позволяет безопасно и доступно обрабатывать реальный технологический процесс сварки для формирования базовых, практических и инженерных компетенций, а также является инструментом интеграции образовательных программ среднего профессионального и высшего образования.

Ключевые слова: тренажёр, сварка, цифровые технологии, профессиональное образование, среднее профессиональное образование, высшее образование, моделирование, симуляция.

**CREATION AND APPLICATION OF A 3D WELDER SIMULATOR IN THE DESIGNING
OF EDUCATIONAL PROGRAMS FOR THE INTEGRATION OF
SPECIALISTS IN SECONDARY VOCATIONAL AND HIGHER EDUCATION**

Kravtsov A. E., Belozerova S. I.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Transport University",
Khabarovsk, Russian Federation, e-mail: si@list.ru*

This article discusses the development and application of a three-dimensional welder simulator as a tool for digitalizing vocational training and integrating educational programs of secondary vocational and higher education. The topic of the article is relevant, as this development helps optimize the learning process, enhances safety, and reduces economic costs. The aim of the study is to provide a rationale for the necessity of creating a three-dimensional welder simulator and to present the results of its development as a tool for implementing educational programs that train welding specialists within the secondary vocational and higher education systems. The research materials include regulatory and reference documents, as well as current educational programs governing the training of personnel in welding technologies. The research methods include theoretical methods associated with the analysis and synthesis of technical, scientific-methodological, and regulatory literature, as well as empirical methods based on pedagogical experiments, observation, testing, and analysis of students' learning outcomes. The results of the study include: an analysis of existing problems in practical welding training, the formulation of basic requirements for the development of a three-dimensional simulator, a description of the functionality of the developed model based on Unity, Blender,

and C# technologies, implementing the process of the most common method — semi-automatic arc welding with a consumable electrode in shielding gas. The conclusions of the study: The developed three-dimensional welder simulator clearly demonstrates the possibility of integrating modern information technologies into the educational process, allows for safe and accessible practice of real welding processes to develop basic, practical, and engineering competencies, and serves as a tool for integrating educational programs of secondary vocational and higher education.

Keywords: simulator, welding, digital technologies, vocational education, secondary vocational education, higher education, modeling, simulation.

Введение

Актуальность данной статьи обусловлена тем, что современные информационные технологии трехмерного моделирования, виртуальной и дополненной реальности активно применяются в образовательной сфере при создании тренажеров, виртуальных экскурсий, обучающих компьютерных игр и программ [1-3]. Кроме того, практическое обучение сварке в реальных условиях сопровождается рядом объективных проблем: высокой опасностью, значительными затратами на расходные материалы, ограниченными возможностями моделирования опасных ситуаций. Использование цифровых тренажеров позволяет существенно снизить эти риски и обеспечить безопасное, доступное и, что самое главное, повторяемое обучение [4-6].

Одновременно с этим в России активно развивается интеграция среднего профессионального образования (СПО) и высшего образования (ВО). Необходимо выстраивать непрерывные образовательные траектории, согласовывать практические компетенции и обеспечивать плавный переход выпускников СПО в вузы [7-9]. Именно цифровые технологии могут помочь обеспечить данную интеграцию [10-12].

Цель исследования

Обоснование необходимости создания и разработка 3D-тренажера сварщика как инструмента реализации образовательных программ, обеспечивающих подготовку специалистов сварочного производства в системе среднего профессионального и высшего образования.

Материал и метод исследования

Материалами исследования являются нормативно-справочные документы и действующие образовательные программы, регламентирующие подготовку кадров по сварочным технологиям и определяющие содержание, объем, порядок изучения учебных предметов в учреждениях СПО и ВО.

Методами исследования являются теоретические методы, связанные с анализом и синтезом технической, научно-методической и нормативной литературы, а также эмпирические методы, основанные на педагогическом эксперименте, наблюдении, тестировании, анализе продуктов учебной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Сформируем конкретный список проблем, с которыми сталкивается реальное обучение сварке:

- опасность получения травм обучающимися;
- высокая стоимость расходных материалов (электроды, газ, проволока, металлы);
- износ оборудования и необходимость его постоянного обслуживания;
- невозможность моделирования аварийных ситуаций;
- ограниченность учебных мест в мастерских.

Тем самым использование 3D-тренажёра позволяет решить целый ряд проблем: полностью исключить риски травм, сделать подготовку экономичной, повторять операции неограниченное число раз, создавать сложные производственные сценарии, включая аварийные, обеспечивать обучение в любое время и на любом компьютере.

Интеграция среднего профессионального и высшего образования предоставляет возможность выстроить непрерывный маршрут обучения от колледжа к университету, согласовать компетенции рабочих и инженерных специальностей, избежать дублирования дисциплин, а переход студентов СПО к обучению в вузах становится более организованным.

Разработанный 3D-тренажёр служит единым инструментом для двух уровней образования. В системе СПО он подходит для освоения базовых практических навыков сварки. В высшем образовании – для использования в анализе, проектировании, оценке технологических процессов сварки.

Следовательно, тренажёр является связующим звеном между уровнями подготовки.

При разработке проекта были изучены аналоги, которые рассмотрим ниже.

1. Dig in Vision – VR-тренажёр сварки, предназначенный как для новичков, так и для опытных сварщиков, который предусматривает контроль параметров выполнения операций.

2. Weldingsimulator.net – VR/3D-платформа для колледжей с возможностью отслеживания прогресса и интеграции в учебный процесс.

3. Fronius Welducation Simulator – AR/VR-решение, ориентированное на безопасное обучение и снижение расходов.

Но эти решения имеют свои проблемы:

- высокая стоимость оборудования;
- невозможность адаптации под российские ФГОС;
- необходимость специализированной VR-инфраструктуры;
- отсутствие русской локализации.

Отечественные разработки обладают высокой стоимостью. Это подтверждает необходимость создания доступного 3D-тренажёра, интегрируемого в региональные программы СПО и ВО.

Разработка проекта осуществлялась с использованием следующих инструментов:

- Unity 3D – построение сцены, физики, интерфейса;
- C# – язык программирования для реализации игровой логики: управление от первого лица, проверка условий, активация сварки, обработка ошибок;
- Blender – платформа для моделирования аппарата, баллона, кабелей, заземления, маски и деталей и другого;
- Unity Physics – обеспечение физически корректного поведения объектов;
- Particle System – визуализация искр и световых эффектов сварки.

Сформируем основные требования, заложенные при проектировании.

1. Безопасность и реалистичность процесса.
2. Интерактивность – выполнение операций в правильной последовательности.
3. Физическая достоверность поведения объектов.
4. Доступность – работа на обычных ПК без VR-оборудования.
5. Масштабируемость – возможность перехода в VR без изменения архитектуры.

Опишем работу проекта.

Пользователь попадает в виртуальную сварочную мастерскую, где он может:

- поднять и подключить массу (заземление);
- надеть защитную маску;
- перемещать детали;
- подключить сварочный аппарат и газовый баллон;
- выполнить сварку с визуальными эффектами искр и изменения поверхности;
- получить предупреждения при нарушении техники безопасности.

Все действия реализованы в виде последовательного технологического процесса.

Реализованный тип сварки MIG/MAG – наиболее распространённый метод сварки в промышленности, СПО и ВО.

На данный момент выполнено: интерактивная мастерская; управление от первого лица; физическая модель объектов; визуальная имитация процесса сварки; система уведомлений и ошибок; логика включения сварочного режима только при соблюдении всех условий.

На рисунке 1 показана функция перемещения детали.

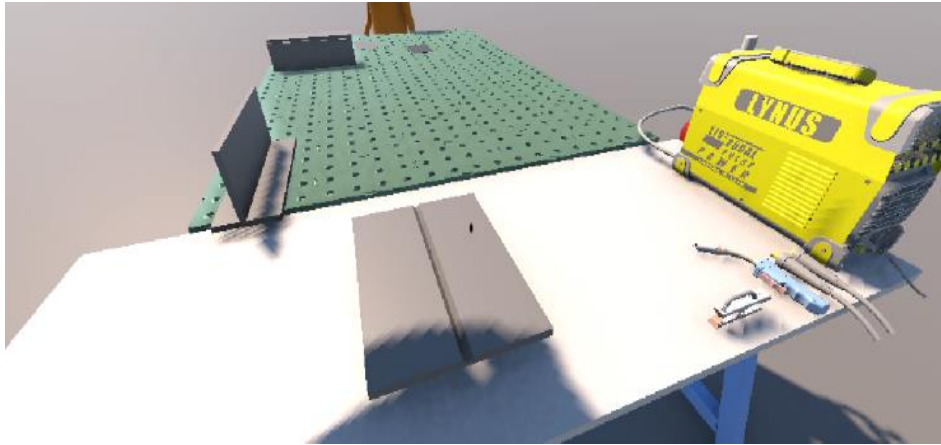


Рис. 1. Перемещение детали. Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

В листинге 1 представлен участок кода на языке программирования C#, отвечающий за возможность взять объект (как будто игрок держит в руке), удерживать его перед собой и затем отпустить.

Листинг 1. Фрагмент скрипта PickupObject

```
void Up (){
    if (isHeld && Point != null)
    {
        transform.pos = Point.position + Point.TransformDirection(localOffset);
        if (customRotation.HasValue){
            transform.rotation = Point.rotation * customRotation.Value;
        }
    }
}
```

Если объект удерживается (`isHeld == true`) и точка удержания существует (`Point != null`), то объект автоматически перемещается в позицию этой точки. Метод выполняется каждый кадр, и положение объекта пересчитывается по формуле `Point.pos + Point.TransformDirection(localOffset)`, тем самым обеспечивается перемещение вместе с игроком. На время удержания отключаются физические взаимодействия объекта.

На рисунке 2 показана возможность прикрепления массы.



Рис. 2. Прикрепление массы (заземление). Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Скрипт GroundClamp отвечает за подключение заземляющего зажима («массы») к рабочему столу перед началом сварки (листинг 2), который необходим для реализации обязательного этапа подготовки к сварке, приближая тренажёр к реальным условиям работы.

Листинг 2. Фрагмент скрипта для заземления

```
public void AttachToTable(Transform attachPoint){  
    requiredAttachPoint = attachPoint;  
    transform.pos = attachPoint.pos;  
    transform.rotat = attachPoint.rotat;  
    GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = true;  
    isAttached = true;  
}
```

Зажим закрепляется в определённом месте на рабочем столе, что видно на рисунке 2, после закрепления действие считается выполненным.

На рисунке 3 показан этап непосредственной сварки.

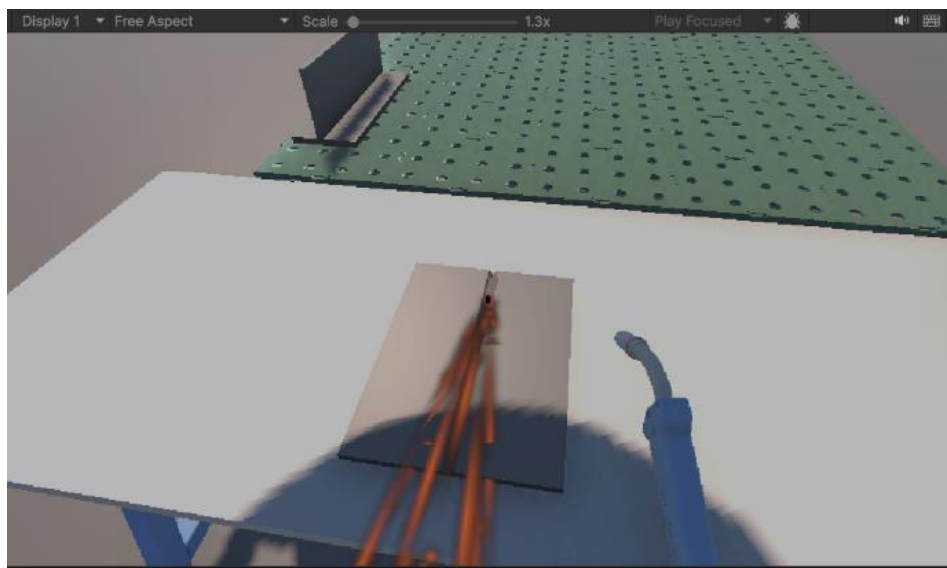


Рис. 3. Процесс сваривания (соединения). Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Листинг 3. Участок скрипта WelderScript

```
if (ISWELDING) {  
    Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(new Vector3(Screen.width / 2, Screen.height / 2,  
0));  
    if (Physics.Raycast(ray, out RaycastHit hit, weldRange)) {  
        WeldableObject weldable = hit.collider.GetComponent<WeldableObject>();  
        if (weldable != null){ weldable.Weld(Time.deltaTime * weldSpeed); } }  
}
```

Скрипт WelderScript управляет логикой сварочного процесса, осуществляя проверку, выполнены ли обязательные условия для начала работы (листинг 3). После этого при нажатии кнопки мыши запускается эффект сварки с появлением шва и искр.

В ходе выполнения сварки из центра экрана создаётся луч, который определяет, на какой объект направлен сварочный аппарат. Если луч попадает на объект в пределах заданной дистанции weldRange, программа проверяет, есть ли у него компонент WeldableObject. Если такой компонент найден, вызывается метод Weld(), который постепенно увеличивает степень сварки с учётом времени кадра и скорости weldSpeed.

Сначала обучаемый должен подготовить рабочее место и средства защиты, и только после этого система разрешает сваривание. В процессе сварки важно соблюдать траектории и угол, для обеспечения ровного шва.

Отдельно приведем аргументы, почему в процессе создания тренажера решили остановиться на трехмерной (3D) версии, а не на приложении виртуальной реальности (VR) [13-15].

3D-версия проекта была выбрана как основная, потому что работает на обычных персональных компьютерах, не требует VR-оборудования и является доступной большому числу студентов.

Все модели и сцены полностью готовы для VR-порта на гарнитуре виртуальной реальности Pico.

В перспективе планируется добавление ручной дуговой сварки (ММА) и аргодуговой (TIG); добавление новых локаций; создание системы автоматической оценки действий обучающегося; формирование тестов и обучающих сценариев; полноценная VR-версия для Pico.

Использование тренажера как общего модуля для обучения студентов СПО и ВО позволяет синхронизировать содержание обучения, сократить разрыв между практическими навыками выпускников колледжей и теоретической базой студентов вузов.

Заключение

Представленный 3D-тренажер сварщика демонстрирует возможности цифрового обучения при подготовке специалистов среднего профессионального и высшего образования. Разработка позволяет безопасно и доступно отрабатывать реальный технологический процесс сварки, формировать базовые практические и инженерные компетенции и служит инструментом интеграции образовательных программ среднего профессионального и высшего образования.

Список литературы

1. Ганиева Г. Р., Сон Л. П., Муллахметова А. Д. Цифровые технологии в образовании: повышение интереса и мотивации обучающихся // Проблемы современного педагогического образования. 2025. № 88-3. С. 71-74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=83992466> (дата обращения: 12.04.2026) EDN: KGVNDI.
2. Григорьев С. Г., Родионов М. А., Кочеткова О. А. Образовательные возможности технологий дополненной и виртуальной реальности // Информатика и образование. 2021. № 10 (329). С. 43-56. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-10-43-56.
3. Иванова С. В., Василевская Е. А., Мензул Е. В. Игровые решения в образовательном пространстве самарского государственного медицинского университета // Современные

- проблемы науки и образования. 2023. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32434> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.17513/spno.32434.
4. Сафонов Е. И., Парунов Д. А., Синягин А. Д. Разработка тренажера виртуальной реальности замены обратного клапана на фонтанной арматуре // Вестник Югорского государственного университета. 2021. № 4 (63). С. 71-83. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47385331> (дата обращения: 12.04.2026). EDN: ZSTEAN.
 5. Соби́на Е. В., Данилова Н. В. Применение технологий виртуальной реальности для повышения мотивации в профессиональной деятельности // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4. № 1. С. 26-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50459777> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.46684/2687-1033.2023.1.26-31. EDN: TILIYC.
 6. Горбунова Н. В. Применение технологий виртуальной реальности в контексте профессионального образования // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 79-1. С. 131-134. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54066862> (дата обращения: 12.04.2026). EDN: RAXUEW.
 7. Блинов В. И., Сергеев И. С., Осадчева С. А. Преемственность в образовании: современные подходы // Профессиональное образование и рынок труда. 2025. Т. 13. № 1 (60). С. 6–21. DOI: 10.52944/PORT.2025.60.1.001. EDN: PWETCI.
 8. Сигачев М. Ю. Междисциплинарная интеграция в условиях цифровой образовательной среды // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32505> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.17513/spno.32505.
 9. Леушканова О. Ю. Основные принципы организации виртуальной среды в непрерывном педагогическом образовании и их реализация // Вестник педагогических наук. 2025. № 8. С. 129–141. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=83021645> (дата обращения: 12.04.2026). EDN: OOODGB.
 10. Чередниченко Г. А. Инженерная подготовка в структуре высшей школы и профессионального выбора молодежи // Социологические исследования. 2024. № 9. С. 89-99. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74521009> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.31857/S0132162524090082. EDN: ZDWFBF.
 11. Корнилов Ю. В. Иммерсивное обучение: современные вызовы, модели и перспективы исследований // Проблемы современного педагогического образования. 2025. № 89-4. С. 192-195. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=88934228> (дата обращения: 12.04.2026). EDN: IMBOTB.
 12. Муравьева А. А., Олейникова О. Н. Иммерсивное обучение – технология будущего или временное увлечение? // Казанский педагогический журнал. 2023. № 1 (156). С. 120-129. URL:

- <https://elibrary.ru/item.asp?id=50371355> (дата обращения: 12.04.2026).
DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.012. EDN: QGMTSK.
13. Глотова Я. А. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в искусстве // Культура и цивилизация. 2023. Т. 13. № 3А-4А. С. 141-146. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54607240> (дата обращения: 12.04.2026).
DOI: 10.34670/AR.2023.78.21.018. EDN: LCNDIN.
14. Кочеткова О. А., Пудовкина Ю. Н., Гусева Е. В., Животкова Ю. В., Рыбалко М. А. Методика проведения курса внеурочной деятельности «AR/VR-технологии» в 8-9 классах // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32125> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.17513/spno.32125.
15. Стожко Д. К., Стожко К. П. Ролевые игры и иммерсивное обучение: проблемы современного вузовского образования // Гуманитарий: актуальные проблемы гуманитарной науки и образования. 2024. Т. 24. № 2 (66). С. 178-191. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67901735> (дата обращения: 12.04.2026). DOI: 10.15507/2078-9823.066.024.202402.178-191. EDN: SKZEYT.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.