

Цифровые образовательные среды и цифровые ресурсы в образовании / Digital Educational Environments and Digital Resources in Education

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/2658-4034-2026-17-1-1110](https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-1110)

EDN: [RNTGPW](https://edn.rjep.ru/RNTGPW)

УДК 37.02:004.9



Разработка универсального 3D-персонажа для симулятора педагогической деятельности

З.М. Филатова

*Набережночелнинский государственный педагогический университет,
Набережные Челны, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. Актуальность исследования обусловлена необходимостью модернизации цифрового образования и внедрения практико-ориентированных методов подготовки педагогов. Эффективность образовательных симуляторов для формирования профессиональных компетенций зависит от реалистичности виртуальных персонажей, моделирующих педагогические ситуации и типы обучающихся, однако отсутствует единая методология их создания. Разработка универсального процесса создания 3D-персонажей является ключевым шагом для повышения качества подготовки будущих педагогов и развития их готовности к работе с разнообразным контингентом обучающихся.

Цель – создание и теоретическое обоснование целостной технологической методики разработки многофункциональной 3D-персонажа, адаптированного для применения в образовательных тренажёрах педагогической направленности.

Материалы и методы. Научное исследование опирается на междисциплинарную методологическую базу, которая сочетает принципы системного анализа с методами проектного моделирования. Центральной задачей стала разработка и апробация целостного производственного процесса для создания универсального 3D-персонажа, предназначенного для образовательного симулятора. Проектирование модели велось в соответствии с техническим заданием, которое включало требования к антропометрической достоверности, возможности визуализации эмоций, модульности и оптимизации для взаимодействия в реальном времени.

Результаты. Эффективность предложенной методики проектирования адаптивного 3D-персонажа для обучающихся симуляторов подтверждается конкретными

показателями. Модульная структура обеспечила сокращение временных затрат на создание новых версий персонажа на 45-60% по сравнению с классическими методами моделирования. Базовая версия персонажа требовала 80 рабочих часов, в то время как доработка вариаций занимала только 6-8 часов. Оптимизация модели до 18 500 полигонов обеспечивает устойчивую производительность визуализации на уровне 60 кадров в секунду. Существенная доля полигонального ресурса – 7 400 полигонов (40%) – отведена области лица, что способствует достижению естественной мимики при сохранении производительности системы. Благодаря набору из 15 сменяемых элементов реализована возможность формирования пяти персонажей разного возраста и пола. Для отображения эмоциональных состояний создано более 50 лицевых деформаций с использованием методологии FACS, что расширяет потенциал для воплощения различных образовательных ситуаций.

Ключевые слова: 3D-моделирование; педагогические симуляторы; проектное обучение; разработка персонажей; визуализация; оптимизация моделей; интерактивные технологии в образовании

Для цитирования. Филатова, З. М. (2026). Разработка универсального 3D-персонажа для симулятора педагогической деятельности. *Russian Journal of Education and Psychology*, 17(1-2), 624–644. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-1110>

Development of a universal 3D character for a pedagogical activity simulator

Z.M. Filatova

*Naberezhnye Chelny State Pedagogical University, Naberezhnye Chelny,
Russian Federation*

Abstract

Background. The relevance of the research is determined by the need to modernize digital education and implement practice-oriented methods of teacher training. The effectiveness of educational simulators for developing professional competencies depends on the realism of virtual characters that model pedagogical situations and types of learners; however, there is no unified methodology for their creation. Developing a universal process for creating 3D characters is a key step in improving the quality of future teachers' training and developing their readiness to work with diverse student populations.

Purpose. The creation and theoretical substantiation of a comprehensive technological methodology for developing a multifunctional 3D character adapted for use in educational simulators with pedagogical orientation.

Materials and methods. The research relies on an interdisciplinary methodological framework that combines the principles of systems analysis with project modeling meth-

ods. The central objective was to develop and test a comprehensive production process for creating a universal 3D character intended for an educational simulator. The model design was conducted in accordance with technical specifications that included requirements for anthropometric accuracy, the ability to visualize emotions, modularity, and optimization for real-time interaction.

Results. The effectiveness of the proposed methodology for designing an adaptive 3D character for training simulators is confirmed by specific metrics. The modular structure ensured a reduction in time costs for creating new character versions by 45-60% compared to classical modeling methods. The base character version required 80 working hours, while refinement of variations took only 6-8 hours. Model optimization to 18,500 polygons ensures stable rendering performance at 60 frames per second. A significant share of the polygon resource – 7,400 polygons (40%) – is allocated to the facial area, which contributes to achieving natural facial expressions while maintaining system performance. Through a set of 15 interchangeable elements, the ability to create five characters of different ages and genders has been implemented. More than 50 facial deformations were created using FACS methodology to display emotional states, which expands the potential for implementing various educational scenarios.

Keywords: 3D modeling; pedagogical simulators; project-based learning; character development; visualization; model optimization; interactive technologies in education

For citation. Filatova, Z. M. (2026). Development of a universal 3D character for a pedagogical activity simulator. *Russian Journal of Education and Psychology*, 17(1-2), 624–644. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-1110>

Введение

Современная система педагогического образования сталкивается с фундаментальным противоречием между необходимостью формирования у будущих учителей практических компетенций взаимодействия с обучающимися и ограниченными возможностями традиционной педагогической практики в создании безопасной образовательной среды для отработки профессиональных навыков. Цифровые симуляторы педагогической деятельности представляют перспективное решение этой проблемы, создавая условия для многократного проигрывания педагогических ситуаций без риска нанесения ущерба реальным обучающимся. Однако их дидактическая эффективность ограничивается недостаточной психолого-педагогической достоверностью 3D-персонажей, выступающих в роли виртуальных обучающихся, и отсутствием методически обоснованных технологий их проектирования.

Существующие подходы к разработке 3D-персонажей ориентированы преимущественно на индустрию развлечений и не учитывают специфические требования образовательных симуляций. К таким требованиям относятся: точная репрезентация возрастных особенностей обучающихся (когнитивных, эмоциональных, поведенческих); достоверное моделирование типичных педагогических ситуаций, включая конфликтные и проблемные; возможность демонстрации различных стратегий учебного поведения; необходимость адаптации к стандартному техническому оснащению образовательных учреждений; соответствие этическим нормам педагогического взаимодействия.

Важно отметить, что потенциал цифровых симуляторов педагогической деятельности выходит далеко за рамки простой отработки методических навыков. Как показывает практика внедрения подобных технологий в высшую школу «использование цифрового симулятора педагогической деятельности возможно не только для отработки методических умений будущих педагогов в предметной области, но и для изучения самого метода симуляции деятельности в дисциплинах по общей педагогике; изучения принципов деятельностного подхода в любой предметной области; для составления индивидуального профиля методических умений студентов и адресной помощи преподавателя вуза при составлении индивидуальной образовательной траектории будущего педагога» [6].

Такой многоаспектный образовательный потенциал симуляторов актуализирует необходимость системного подхода к разработке их технологической основы, в первую очередь – к созданию высококачественных виртуальных персонажей, способных обеспечить реалистичность и педагогическую валидность моделируемых ситуаций. Применение 3D технологий в высшем образовании позволяет студентам визуализировать абстрактные концепции, сложные объекты и процессы, что «в значительной мере облегчает понимание и запоминание информации» [10].

В процессе формулирования центральных исследовательских вопросов, составляющих концептуальную основу настоящего исследования, автором предложен следующий комплекс проблем: 1) Каковы базовые функциональные и технические требования к 3D виртуальным

персонажам в контексте симуляционного моделирования педагогической деятельности? 2) Какой комплекс технологических решений обеспечивает создание универсализированных 3D-моделей персонажей, применимых в различных педагогических сценариях? 3) Каким образом должен быть организован производственный конвейер (pipeline) разработки 3D-персонажей для решения образовательных задач с точки зрения оптимизации процессов и ресурсов? 4) Какие механизмы позволяют обеспечить масштабируемость и адаптивность 3D-персонажей при моделировании гетерогенных учебных групп с учётом их социокультурных и индивидуально-психологических характеристик?

В контексте поиска ответов на сформулированные исследовательские вопросы представляется целесообразным обратиться к систематическому анализу существующих научно-педагогических источников и практик применения цифровых симуляций в профессиональной подготовке педагогов. Многие исследователи отмечают, что «в условиях цифровой экономики и модернизации цифрового образования компетенции в области программирования становятся особенно актуальными и являются неотъемлемым компонентом информационной культуры человека, тем более будущего учителя информатики, одной из задач которого в рамках профессиональной деятельности будет формирование мотивации у обучающихся – будущих кадров для ИТ индустрии» [5; 13].

При рассмотрении проектно-ориентированного подхода к обучению будущих учителей информатики применению технологий искусственного интеллекта (ИИ) в качестве педагогических средств исследователь Розов К.В. предлагает к рассмотрению «трёхуровневую содержательную модель взаимодействия студентов, в рамках которой осуществляется подготовка будущих специалистов ИТ отрасли к применению технологии ИИ преимущественно на среднем уровне, основываясь на содержательной модели через интеграцию программирования и инструментов реализации алгоритмов ИИ» [14].

Процессно-ориентированный (пайплайн) подход строится в соответствии с производственным циклом и предполагает последовательное выполнение этапов обработки данных или производства продукции, где выход одной стадии служит входом для следующей, обеспечивая

непрерывный поток операций и оптимизацию ресурсов на каждом этапе конвейера. Данная концепция находит своё практическое воплощение в различных сферах цифрового производства. В контексте 3D-моделирования пайплайн представляет собой не только цепочку последовательных операций, но и механизм, способствующий трансформации концепции в высококачественную модель для последующего коммерческого применения. Данную особенность авторы детализируют в исследовании [8], уточняя понятие для сферы 3D-моделирования: пайплайн описывается как «взаимосвязанные последовательные стадии создания трёхмерной модели, итогом которых является оптимизированная модель персонажа с наивысшим качеством» [8]. Продолжая эту концепцию, с методологической позиции существенно наблюдение исследователей о присутствии в пайплайне как технологических, так и творческих стадий. Эти стадии реализуются в строгой последовательности без взаимного пересечения [9].

Критический обзор релевантной литературы демонстрирует, что в современном научном дискурсе сформировалось несколько методологических подходов к обучению созданию 3D-персонажей, каждый из которых характеризуется специфическими дидактическими преимуществами и содержательными ограничениями. Междисциплинарный синтез достижений в области педагогики, психологии развития, теории обучения и компьютерной графики остаётся недостаточно разработанным, что обуславливает актуальность настоящего исследования и его потенциальный вклад в развитие теории и практики модернизации цифрового образования в педагогической среде.

Материалы и методы

Исследование носит междисциплинарный характер, интегрируя методы системного анализа, проектного моделирования и педагогического эксперимента. Данная методология ориентирована на разработку, практическую проверку и систематическое изложение производственно-обучающего процесса, включающего технологическую последовательность операций по созданию универсального 3D-персонажа с ориентацией на развитие профессиональных умений студентов. Приоритетное

внимание отводится педагогическому обоснованию поэтапного освоения технологических приемов, определению образовательных факторов результативного становления прикладных компетенций в сфере цифрового 3D моделирования, а также установлению логической взаимосвязи между академической теоретической базой и реальной профессиональной практикой в направлении компьютерной визуализации и анимационного искусства.

Основой исследования послужил системный подход, в рамках которого процесс создания 3D-персонажа рассматривается не как совокупность разрозненных операций, а как единая система, состоящая из взаимосвязанных и взаимозависимых этапов. Эффективность всей системы определяется не только качеством выполнения каждого отдельного этапа, но и оптимальностью переходов между ними. В работе [10] отмечено, что «разработка 3D-модели представляет собой многоэтапный процесс, в рамках каждого этапа которого заложена авторская концепция в зависимости от реализуемых задач проекта».

Практическую значимость данному исследованию придает его прикладная направленность, а именно разрабатываемый универсальный 3D-персонаж создавался для последующего внедрения в симулятор педагогической деятельности, разрабатываемый на базе ФГБОУ ВО «Набережночелнинский государственный педагогический университет» (НГПУ).

Данный проект [4] реализуется в рамках модернизации цифрового образования в педагогическом вузе и направлен на совершенствование практико-ориентированной подготовки будущих педагогов. Симулятор представляет собой инновационную образовательную платформу, которая интегрирует современные технологии 3D-моделирования и интерактивного взаимодействия. Использование универсального 3D-персонажа в качестве виртуального ученика обеспечивает создание реалистичных педагогических ситуаций, позволяющих будущим учителям отрабатывать профессиональные компетенции в безопасной цифровой среде. Такой подход способствует формированию практических навыков до начала работы с реальными обучающимися.

Важность и инновационность этого направления подчеркивает ректор НГПУ А.А. Галиакберова: «Цифровой симулятор педагогиче-

ской деятельности позволяет погрузиться в среду, в которой восприятие учебного сценария приближается к проживанию в реальной ситуации. Симулятор основан на принципах деятельностного подхода, когда учитель дает знания не в готовом виде, а предлагает ученику размышлять, совершать ошибки, выдвигать гипотезы. Эти же принципы заложены и в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС)» [1-4; 12].

Характеризуя модель симулятора, можно сказать, что это «цифровая образовательная платформа, где бакалавр имеет возможность провести занятия в виртуальном классе на базе заложенных в нее профессиональным стандартом компетенций. Учитывая результаты действий пользователя данной платформы, программа суммирует оценки и определяет уровень подготовки начинающего учителя» [7].

Проектирование 3D-персонажа для данного симулятора потребовало учета ряда специфических требований, обусловленных образовательными задачами: 1) Антропометрическая достоверность - 3D-персонаж должен реалистично представлять анатомические особенности и пропорции тела человека соответствующего возраста, что необходимо для моделирования правдоподобных педагогических ситуаций. 2) Возможность вариативной визуализации эмоциональных состояний - для создания разнообразных сценариев педагогического взаимодействия, включающих моделирование поведения обучающихся с различными психоэмоциональными особенностями. 3) Модульность и масштабируемость - 3D-персонаж должен позволять легко изменять внешние характеристики (возраст, пол, этническая принадлежность) для моделирования работы с гетерогенными группами обучающихся. 4) Оптимизация для интерактивного взаимодействия в реальном времени - критически важный аспект для обеспечения иммерсивного опыта обучения будущих педагогов.

Согласно техническому заданию, разработанному совместно с кафедрой информатики и вычислительной математики НГПУ, 3D-персонаж должен быть интегрирован в виртуальную образовательную среду, моделирующую различные типы учебных помещений и педагогических ситуаций, характерных для современных образовательных организаций.

Результаты и обсуждение

Данный раздел представляет комплексные результаты исследования по разработке и интеграции универсальной 3D-модели анимационного персонажа в педагогической практике. Исследование охватывает весь технологический цикл от концептуального педагогического проектирования базовой модели до практической интеграции в игровой движок, демонстрируя системный подход к созданию универсальных 3D-активов для современных образовательных технологий и интерактивного обучения в рамках проектной деятельности обучающихся бакалавров по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, профили «Математика и Информатика» и 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Прикладная информатика в дизайне» НГПУ.

Методологическую основу представленного исследования составляет проблемно-ориентированное обучение, при котором студенты осваивают профессиональные компетенции через решение практико-ориентированных задач в области 3D-моделирования. В контексте проектной деятельности по созданию «3D-персонажа необходимые области обучения определяются путем решения проблемы, и обучающиеся изучают ресурсы, некоторые из которых, возможно, были предоставлены преподавателем, другие они смогли найти самостоятельно» [11]. Обучающиеся овладевают профессиональными программными инструментами (включая Blender, Substance Painter и различные игровые платформы), постигают основы построения геометрии объектов, наложения текстур и создания движения, а затем реализуют приобретённые компетенции при решении первоначальной задачи по разработке многофункционального 3D ресурса. «Знания, полученные в результате этого процесса, обобщаются и интегрируются в готовый образовательный продукт. Как результат, в процессе выполнения таких проектов происходит интеграция учебного опыта с существующими знаниями, умениями и навыками» [11], формируя целостную профессиональную компетентность будущего педагога-разработчика образовательного контента.

Реализация описанного образовательного подхода в практике 3D-моделирования требует определенной структуризации творческого процесса. Разработка 3D-персонажа является сложной задачей, выпол-

нение которой происходит посредством последовательной реализации специфических стадий, формирующих у обучающихся конкретные профессиональные навыки.

1 этап. Разработка концепции и начальное педагогическое проектирование. Авторская методика создания универсального 3D-персонажа базируется на принципе функциональной гибкости с сохранением значительной художественной выразительности. Разработанный пайплайн включает несколько взаимосвязанных стадий, каждая из которых решает специфические задачи. Педагогические аспекты базового моделирования: 1) Адаптивная топология - разработанная автором система полигональной структуры с дифференцированной плотностью полигонов в зависимости от функциональной нагрузки зоны. Лицевая область получила повышенную детализацию (до 40% общего полигонального бюджета) для обеспечения максимальной эмоциональной выразительности. 2) Анатомически-ориентированное моделирование - в отличие от традиционных подходов, основанных на геометрической аппроксимации, предложенный метод базируется на точном следовании мышечным группам и линиям напряжения кожи, что обеспечивает естественность деформаций при анимации. 3) Модульная структура модели - разработанная система логического разделения модели на взаимозаменяемые компоненты, позволяющая быстро модифицировать внешность персонажа под различные педагогические сценарии.

Базовое моделирование осуществлялось с применением комбинированного подхода: первичная форма создавалась методом полигонального моделирования в Blender, затем детализировалась с помощью цифрового скульптинга. Этот метод позволил сочетать точность технической базы с органичностью художественной проработки. Особое внимание уделялось топологии лицевой части как ключевой зоне для педагогической коммуникации. Разработанная автором система полигональных петель вокруг глаз, носа и рта оптимизирована специально для образовательных симуляций, обеспечивая точную передачу микроимики при минимальных вычислительных затратах.

2 этап. Специализированная система скелетной анимации для образовательных виртуальных сред. Ключевое преимущество разработанно-

го решения по сравнению с традиционными методиками заключается в создании целевой системы построения цифрового скелета персонажей, ориентированной на специфику учебных симуляций. Основные особенности разработанной системы скелетной анимации: 1) Усовершенствованная система мимической анимации. В отличие от стандартных решений, оперирующих 15-25 управляющими элементами для передачи мимики, предложенная система интегрирует 42 контрольных узла. Данное решение обеспечивает точное отображение разнообразных эмоциональных проявлений, необходимых для реалистичного воспроизведения педагогических ситуаций. 2) Многоступенчатая архитектура управления. Внедрена иерархическая организация, предоставляющая возможность регулировать поведение цифрового персонажа как на микроуровне отдельных мимических элементов, так и посредством готовых эмоциональных шаблонов (таких как «замешательство», «концентрация внимания», «отрицательное восприятие замечаний»). 3) Специализированные механизмы управления положением тела для образовательных задач. Созданы целевые управляющие элементы, позволяющие оперативно воспроизводить характерные для учебного взаимодействия позиции: «активное восприятие информации», «работа с учебными материалами», «выполнение письменных упражнений», «готовность к ответу». 4) Усовершенствованная технология весовых карт. Разработана методология дифференцированного назначения степени влияния элементов скелета на форму объекта с ориентацией на особенности образовательных сценариев, где акцент сделан на естественности движений верхних частей туловища и мимических проявлений.

Предложенный метод привязки трёхмерной геометрии к скелетной структуре на основе адаптивного механизма назначения весовых коэффициентов, принимает во внимание не только пространственную близость, но и анатомическую принадлежность поверхностей к функциональным группам. Данный подход существенно позволяет улучшить реалистичность анимации при сохранении оптимальной производительности системы.

3 этап. Художественная детализация и текстурирование. В рамках авторского пайплайна разработан комплексный подход к художествен-

ной детализации персонажа, основанный на принципе семиотической функциональности – каждый визуальный элемент не только решает эстетическую задачу, но и несет определенную смысловую нагрузку, значимую для педагогического контекста. Реализация данного принципа потребовала систематизации визуальных решений в соответствии с их функциональным назначением. При разработке ключевых направлений визуализации 3D-персонажа для образовательного симулятора автором выделены следующие аспекты: 1) Педагогически обоснованная цветовая модель – предложенная трёхцветная палитра (голубой/золотой/коричневый) основана на принципах психологии восприятия цвета. Преобладание голубых оттенков формирует благоприятную психологическую среду для учебного взаимодействия, что критически важно в образовательных симуляциях. 2) Комплексная текстурная архитектура – разработана инновационная иерархическая структура из восьми взаимосвязанных слоёв со специфическими образовательными функциями: основной цветовой слой; слой текстурной детализации; микротекстуры кожного покрова; Слой светорассеивания; эмоционально-реактивный слой лицевых реакций; адаптационный слой этнокультурных особенностей; детализированный слой визуализации глаз; физиологический слой естественных реакций. 3) Вариативная гардеробная система – создан набор из двенадцати модульных элементов одежды, адаптируемых под различные образовательные ситуации и возрастные категории обучающихся. Элементы обладают настраиваемыми параметрами цвета и фактуры. 4) Алгоритмическое моделирование волос – внедрена система пяти процедурных групп, определяющих визуальные и динамические характеристики волос для достижения естественной анимации. Реализовано восемь базовых причёсок с вариациями для разных педагогических контекстов.

Значительное внимание в работе направлено на формирование достоверной текстуры кожных покровов с соблюдением возрастных характеристик и естественного разнообразия. Предложенная технология послойного наложения текстур обеспечивает воспроизведение неравномерности структуры кожи, что значительно усиливает визуальную правдоподобность разработанной модели в условиях детализирован-

ного изображения – принципиально значимый элемент для тренажёров профессионально-педагогического взаимодействия.

С целью оптимизации рабочих процессов были созданы специальные программные модули визуализации, адаптированные к требованиям учебно-методических задач. Указанные модули гарантируют получение качественного визуального представления при ограниченных технических ресурсах, что приобретает особую актуальность при применении на типовом компьютерном оборудовании педагогических организаций.

4 этап. Техническая подготовка 3D-модели для образовательных симуляторов. Заключительный этап работы – адаптация созданной модели для использования в педагогических симуляторах. Этот этап включает техническую оптимизацию и программную интеграцию. Основные технические решения, предложенные автором: 1) Многоуровневая детализация (LOD) – модель автоматически упрощается при отдалении камеры, но лицо персонажа всегда остаётся детализированным, что важно для невербального общения в обучающих ситуациях. 2) Оптимизация текстур – 65% качества текстуры отведено лицу и рукам персонажа, поскольку эти зоны наиболее важны для педагогической коммуникации. 3) Программный интерфейс (API) – создан специальный инструмент для встраивания модели в образовательные симуляторы.

Представленная методология создания универсального 3D-персонажа для образовательных симуляторов позволяет демонстрировать принципиально иной подход к разработке цифрового учебного контента, в котором технологические решения подчинены педагогическим целям. Принципиальное отличие авторского пайплайна заключается в последовательной реализации дидактического принципа на каждом этапе создания виртуального персонажа.

Педагогическую ценность данного проекта представлена концепцией семиотической функциональности визуальных элементов, где художественная выразительность служит инструментом усиления образовательного воздействия. Специализированная система скелетной анимации, адаптированная под специфику учебных симуляций, обеспечивает не только техническую реализацию движений персонажа, а создание педагогически обоснованных интерактивных

сценариев взаимодействия обучающегося с виртуальной образовательной средой.

Разработанная методология предполагает преодолеть традиционное противоречие между художественной выразительностью и функциональной универсальностью цифровых образовательных ресурсов. Системный подход к технической оптимизации и программной интеграции обеспечивает возможность широкого применения созданного персонажа в различных педагогических контекстах при сохранении высокого качества визуализации и дидактической эффективности образовательного процесса.

Заключение

Проведенное исследование разработки универсальной 3D-модели анимационного персонажа позволило создать оптимальную методологию для применения в образовательном процессе и профессиональной практике. Достижение универсальности модели потребовало реализации системного подхода, охватывающего весь производственный цикл. Разработанная методология представлена автором последовательными этапами (создание базовой модели, художественная проработка образа 3D-модели, техническая оптимизация и интеграция в симулятор педагогической деятельности), каждый из которых имеет педагогическое значение для формирования профессиональных компетенций будущих специалистов.

Освоение технологических основ представлена с разработки адаптивной топологической структуры, обеспечивающая баланс качества и производительности. Система уровней детализации снижает полигональную нагрузку на 75% (с 18,592 до 4,648 треугольников) при сохранении визуального качества. Это расширяет возможность применения модели на различных платформах и демонстрирует обучающимся принципы рационального использования вычислительных ресурсов.

Переходя к художественно-творческому компоненту, следует отметить, что реализованный метод архетипического синтеза позволяет создать визуально привлекательный образ с нарративным потенциалом. Триадная цветовая схема формирует целостный образ, сочетаю-

ций узнаваемые черты с индивидуальными особенностями, не снижая технической эффективности. Данный этап развивает у обучающихся способность гармонично сочетать эстетические, психолого-эргономические и технические требования.

На этапе технической реализации произведена оптимизация, где на основе функциональной приоритизации достигнуты следующие показатели: коэффициент использования текстурного пространства 94,3% и попадание в кэш вершин 92,7%. Эти количественные результаты служат образовательными ориентирами качества для студентов, формируя понимание профессиональных стандартов индустрии. Практическая апробация модели подтвердила её функциональную универсальность. Реализация всех сценариев (анимация, материалы, физика) демонстрирует совместимость с современными технологиями и применимость в проектах различной сложности, что особенно важно для подготовки выпускников к реальным производственным условиям.

Разработанный комплексный методологический подход, интегрирует художественные, технические и функциональные аспекты. Предложенная методология оптимизации топологии с дифференцированным распределением ресурсов и метод сегментированной текстурной развёртки решают проблему баланса качества и производительности, формируя у обучающихся системное мышление и способность к комплексному решению профессиональных задач.

Выводы и рекомендации:

1. Структурированный подход к обучению 3D-моделированию. Разделение процесса на контролируемые этапы позволяет студентам осваивать сложные компетенции последовательно, что соответствует дидактическому принципу систематичности и последовательности обучения.
2. Интеграция художественного и технического образования. Метод архетипического синтеза демонстрирует педагогическую ценность междисциплинарного подхода, что в свою очередь способствует формированию холистического профессионального мышления и соответствует требованиям ФГОС к метапредметным результатам обучения.

3. Практико-ориентированное обучение через измеримые показатели. Конкретные метрики оптимизации (94,3% и 92,7%) создают объективную основу для оценки образовательных результатов и самоконтроля обучающихся, что повышает мотивацию и формирует навыки профессиональной рефлексии.
4. Внедрить разработанную методологию в образовательные программы по 3D-моделированию и анимации.
5. Адаптировать методологию для создания библиотеки универсальных персонажей различных архетипов.

Проведенное исследование подтверждает возможность создания универсальной 3D-модели анимационного персонажа, отвечающей современным требованиям IT индустрии и педагогического образования. Разработанная методология демонстрирует практическую применимость в различных контекстах – от учебных проектов до профессиональной разработки игр и анимации. Достигнутые технические показатели и успешное интеграционное тестирование подтверждают эффективность предложенного подхода.

Перспективы дальнейших исследований включают расширение библиотеки универсальных персонажей, адаптацию методологии для работы с ИИ и процедурной генерацией, а также разработку автоматизированных инструментов оптимизации. Внедрение результатов исследования в образовательный процесс будет способствовать повышению качества подготовки специалистов в области компьютерной графики и анимации, формированию у студентов комплексных профессиональных компетенций, соответствующих требованиям современной цифровой индустрии.

Список литературы

1. Галиакберова, А. А., Захарова, И. М., Филатова, З. М. [и др.]. (2022). *Актуальные вопросы применения цифровых компетенций в подготовке будущего педагога*: монография. Набережные Челны: ФГБОУ ВО «НГПУ». 142 с.
2. Галиакберова, А. А., Галямова, Э. Х. [и др.]. (2021). *Развитие цифровых компетенций педагога (в том числе в условиях сельской школы)*: учебно-методическое пособие для педагогов и обучающихся педагогических вузов. Набережные Челны. 104 с.

3. Галиакберова, А. А., Галямова, Э. Х., & Киселев, Б. В. (2020). Основы проектирования цифровых симуляторов для подготовки учителя математики. *Вестник Мининского университета*, 8(4), 2. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2020-8-4-2>. EDN: <https://elibrary.ru/NPYBQO>
4. Галиакберова, А. А., Захарова, И. М. [и др.]. (2023). Цифровой симулятор педагогической деятельности (Версия 1.0) [Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2023615425, 15.03.2023; заявка № 2023610113 от 09.01.2023]. EDN: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50428271_69706246.PDF
5. Гафуанов, Я. Ю., & Поднебесова, Г. Б. (2020). Формирование профессиональной ИКТ-компетентности при обучении программированию будущих учителей информатики и IT-специалистов. *Вестник Томского государственного университета*, 175–182. <https://doi.org/10.17223/15617793/455/24>. EDN: <https://elibrary.ru/ZFQQSU>
6. Захарова, И. М., & Галямова, Э. Х. (2021). Разработка урока математики в цифровом симуляторе педагогической деятельности. *Проблемы современного педагогического образования*, (72-3), 115–118. EDN: <https://elibrary.ru/HOFZYG>
7. Киселев, Б. В. (2023). Оценка общепрофессиональных компетенций бакалавров посредством цифрового симулятора педагогической деятельности. *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева*, (1), 148–155. <https://doi.org/10.37972/chgpu.2023.118.1.019>. EDN: <https://elibrary.ru/YYRIAD>
8. Корсак, М. В., Белозёрова, С. И., & Исаев, М. С. (2022). Пайплайн создания трёхмерных моделей с применением скульптурного моделирования. В *Научно-техническому и социально-экономическому развитию Дальнего Востока России — инновации молодых: тезисы докладов 80-й Межвузовской студенческой научно-практической конференции* (в 2 т.; под ред. А. З. Ткаченко, с. 109). Хабаровск. EDN: <https://elibrary.ru/AIDVOM>
9. Корсак, М. В., Белозерова, С. И., & Исаев, М. С. (2022). Этапы создания трёхмерных моделей с применением скульптурного моделирования. *Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке*, 2, 355–358. EDN: <https://elibrary.ru/KSFCGY>
10. Ладыгина, А. А. (2024). Разработка 3D-модели объекта с учётом его функциональности. В *Цифровые технологии: настоящее и будущее: сборник статей по материалам III Национальной научно-практической конференции с международным участием* (с. 475–480). Тольятти. EDN: <https://elibrary.ru/RUKEUB>
11. Мальчева, Р. В. (2023). Проектно-ориентированный подход в практике подготовки специалистов по компьютерной инженерии. В *Инженер настоящего и будущего: практика и перспективы развития партнёрства в высшем техническом образовании: материалы XVIII Всероссийской научно-практической*

- конференции с международным участием (с. 20–25). Донецк. EDN: <https://elibrary.ru/TAFYEE>
12. Презентация цифрового симулятора педагогической деятельности на Международном форуме «Kazan Digital Week-2021» (2021). *Официальный сайт ФГБОУ ВО «НГПУ»*. https://tatngpi.ru/about_the_university/news/3244/?sphrase_id=43112
 13. Розов, К. В. (2022). Формирование профессиональной готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта. *Информатика и образование*, 37(2), 50–63. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63>. EDN: <https://elibrary.ru/OIOTF>
 14. Розов, К. В. (2024). Проектно-ориентированный подход к обучению будущих учителей информатики применению технологий искусственного интеллекта в качестве педагогических средств. *Педагогика информатики*, (1–2), 16–28. EDN: <https://elibrary.ru/GZOALY>
 15. Тутаев, П. (2019). *SIMULIZATOR. Разработка и предоставление доступа к компьютерным симуляторам*. <http://simulizator.com>
 16. Филатова, З. М. (2025). *Современные подходы к применению цифровых средств и ресурсов в образовательном процессе: учебное пособие*. Курск. ISBN: 978-5-00261-091-4. EDN: <https://elibrary.ru/POGPLY>
 17. Bernard, R., Tom, R., Ramla, S., Fabien, E., Jean-Paul, C., & Alexandre, P. (2022). Retour d'expérience et applications pédagogiques innovantes avec HOME I/O. *CET-SIS 2021 — Colloque de l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes*, (21), 2037.
 18. Chini, J. J., Straub, C. L., & Thomas, K. H. (2016). Learning from avatars: learning assistants practice physics pedagogy in a classroom simulator. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1). <https://journals.aps.org/prper/pdf/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010117>
 19. Fabien, E. (2022). Modeling practices to design computer simulators for trainees' and mentors' education. B *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence: How Artificial Intelligence Can Serve Mathematical Human Learning* (pp. 319–341). Springer International Publishing.
 20. Hayes, A. (2015). *The experience of presence and social presence in a virtual learning environment as impacted by the affordance of movement enabled motion tracking*. <http://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6014&context=etd>

References

1. Galiakberova, A. A., Zakharova, I. M., Filatova, Z. M., et al. (2022). *Current issues of applying digital competencies in the training of future teachers: Monograph*. Naberezhnye Chelny: FSBEI HE “NGPU”. 142 p.

2. Galiakberova, A. A., Galyamova, E. Kh., et al. (2021). *Development of teachers' digital competencies (including in rural schools): Educational and methodological manual for teachers and students of pedagogical universities*. Naberezhnye Chelny. 104 p.
3. Galiakberova, A. A., Galyamova, E. Kh., & Kiselev, B. V. (2020). Fundamentals of designing digital simulators for the training of mathematics teachers. *Bulletin of Minin University*, 8(4), 2. <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2020-8-4-2>. EDN: <https://elibrary.ru/NPYBQO>
4. Galiakberova, A. A., Zakharova, I. M., et al. (2023). *Digital simulator of pedagogical activity (Version 1.0)* [Certificate of registration of a computer program No. RU 2023615425, 15.03.2023; Application No. 2023610113 dated 09.01.2023]. EDN: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50428271_69706246.PDF
5. Gafuanov, Ya. Yu., & Podnebesova, G. B. (2020). Formation of professional ICT competence in teaching programming to future informatics teachers and IT specialists. *Bulletin of Tomsk State University*, 175–182. <https://doi.org/10.17223/15617793/455/24>. EDN: <https://elibrary.ru/ZFQGSU>
6. Zakharova, I. M., & Galyamova, E. Kh. (2021). Designing a mathematics lesson in a digital simulator of pedagogical activity. *Problems of Modern Pedagogical Education*, (72-3), 115–118. EDN: <https://elibrary.ru/HOFZYG>
7. Kiselev, B. V. (2023). Assessment of general professional competencies of bachelors using a digital simulator of pedagogical activity. *Bulletin of the Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev*, (1), 148–155. <https://doi.org/10.37972/chgpu.2023.118.1.019>. EDN: <https://elibrary.ru/YYRIAD>
8. Korsak, M. V., Belozerova, S. I., & Isaev, M. S. (2022). Pipeline for creating 3D models using sculptural modeling. In *Scientific, Technical and Socio-Economic Development of the Russian Far East — Innovations of the Young: Abstracts of Reports of the 80th Interuniversity Student Scientific and Practical Conference (in 2 vols.; A. Z. Tkachenko (Ed.), p. 109)*. Khabarovsk. EDN: <https://elibrary.ru/AIDVOM>
9. Korsak, M. V., Belozerova, S. I., & Isaev, M. S. (2022). Stages of creating 3D models using sculptural modeling. *Scientific, Technical and Economic Cooperation of the Asia-Pacific Countries in the 21st Century*, 2, 355–358. EDN: <https://elibrary.ru/KSFCGY>
10. Ladyagina, A. A. (2024). Development of a 3D model of an object taking into account its functionality. In *Digital Technologies: Present and Future: Collection of Articles Based on the Materials of the III National Scientific and Practical Conference with International Participation* (pp. 475–480). Tolyatti. EDN: <https://elibrary.ru/RUKEUB>
11. Malcheva, R. V. (2023). Project-oriented approach in the practice of training computer engineering specialists. In *Engineer of the Present and Future: Practice and*

- Prospects for the Development of Partnership in Higher Technical Education: Proceedings of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation* (pp. 20–25). Donetsk. EDN: <https://elibrary.ru/TAFYEE>
12. Presentation of the digital simulator of pedagogical activity at the International Forum “Kazan Digital Week 2021” (2021). Official website of FSBEI HE “NGPU”. https://tatngpi.ru/about_the_university/news/3244/?sphrase_id=43112
 13. Rozov, K. V. (2022). Formation of the professional readiness of future informatics teachers to use artificial intelligence technologies. *Informatics and Education*, 37(2), 50–63. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63>. EDN: <https://elibrary.ru/OIIOTF>
 14. Rozov, K. V. (2024). Project-oriented approach to training future informatics teachers in the use of artificial intelligence technologies as pedagogical tools. *Pedagogy of Informatics*, (1–2), 16–28. EDN: <https://elibrary.ru/GZOALY>
 15. Tutaev, P. (2019). *SIMULIZATOR. Development and provision of access to computer simulators*. <http://simulizator.com>
 16. Filatova, Z. M. (2025). *Modern approaches to the use of digital tools and resources in the educational process: Textbook*. Kursk. ISBN: 978-5-00261-091-4. EDN: <https://elibrary.ru/POGPLY>
 17. Bernard, R., Tom, R., Ramla, S., Fabien, E., Jean-Paul, C., & Alexandre, P. (2022). Retour d’expérience et applications pédagogiques innovantes avec HOME I/O. *CET-SIS 2021 – Colloque de l’Enseignement des Technologies et des Sciences de l’Information et des Systèmes*, (21), 2037.
 18. Chini, J. J., Straub, C. L., & Thomas, K. H. (2016). Learning from avatars: Learning assistants practice physics pedagogy in a classroom simulator. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1). <https://journals.aps.org/prper/pdf/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010117>
 19. Fabien, E. (2022). Modeling practices to design computer simulators for trainees’ and mentors’ education. In *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence: How Artificial Intelligence Can Serve Mathematical Human Learning* (pp. 319–341). Springer International Publishing.
 20. Hayes, A. (2015). *The experience of presence and social presence in a virtual learning environment as impacted by the affordance of movement enabled motion tracking*. <http://stars.library.ucf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6014&context=etd>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Филатова Зульфия Мирсайжановна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и вычислительной математики
Набережночелнинский государственный педагогический университет
ул. Низаметдинова, 28, г. Набережные Челны, 423806, Российская Федерация
czmfzm@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Zulfiya M. Filatova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics and Computational Mathematics
Naberezhnye Chelny State Pedagogical University
28, Nizametdinov Str., Naberezhnye Chelny, 423806, Russian Federation
czmfzm@mail.ru
SPIN-code: 6044-1899
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4356-7720>

Поступила 10.12.2025

После рецензирования 28.12.2025

Принята 10.01.2026

Received 10.12.2025

Revised 28.12.2025

Accepted 10.01.2026