

А.Б. Баймаханова , Л.Б. Рахимжанова* 

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: lyazatr72@gmail.com

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ БУДУЩИХ МЕДИКОВ

В статье рассматривается интеграция дисциплин «Анатомия» и «Информатика» в образовательном процессе вуза. Цель статьи – разработать и описать методику обучения компьютерному моделированию с применением дополненной реальности для повышения цифровой компетенции будущих врачей. Проведено анкетирование 108 студентов медицинских вузов для оценки их отношения к компьютерному моделированию и предложена методика, включающая элективный курс «Компьютерное моделирование органов человека». Проведена опытно-педагогическая работа с участием 20 студентов, результаты которого показали высокую эффективность методики, что подтверждается t-тестом для независимых выборок. Студенты оценили использование дополненной реальности при компьютерном моделировании органов человека как полезное для усвоения материала. Согласно результатам исследования: обоснована необходимость обучения компьютерному моделированию будущих медиков; разработана и апробирована методика обучения компьютерному моделированию с использованием AR, Blender; проведена опытно-педагогическая работа с анализом результатов методами статистики. Методика способствует объединению знаний из различных дисциплин, сочетая медицину и технологии. Исследование подтверждает действенность междисциплинарного подхода, который соединяет анатомию, медицинскую визуализацию и цифровые технологии. Такая интеграция стимулирует развитие клинического мышления у студентов, побуждая их активно анализировать анатомические структуры и заниматься компьютерным моделированием.

Ключевые слова: медицина, компьютерное моделирование, анатомия, обучение, визуализация.

A.B. Baimakhanova, L.B. Rakhimzhanova*

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: lyazatr72@gmail.com

Methodological Aspects of Teaching Computer Modeling to Future Doctors

The article discusses the integration of the disciplines of Anatomy and Computer Science into the educational process. The objective of the article is to describe a methodology for teaching computer modeling using augmented reality to improve the digital competence of future doctors. A questionnaire survey of 108 medical students was analyzed to assess their attitude toward computer modeling and a methodology was proposed that includes an elective course "Computer Modeling of Human Organs". A pedagogical experiment was conducted with the participation of 20 students, the results of which showed the high efficiency of the methodology, which is confirmed by the t-test for independent samples. Students rated the use of augmented reality in computer modeling of human organs as useful for learning the material. The methodology promotes the unification of knowledge from various disciplines, combining medicine and technology. The study confirms the effectiveness of an interdisciplinary approach that connects anatomy, medical imaging and digital technologies. Such integration stimulates the development of clinical thinking in students, encouraging them to actively analyze anatomical structures and engage in computer modeling.

Keywords: Medicine, computer modeling, anatomy, education, visualization.

А.Б. Баймаханова, А.Б. Рахимжанова*

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: lyazatr72@gmail.com

Болашақ дәрігерлерді компьютерлік модельдеуге оқытудың әдістемелік аспектілері

Мақалады «Анатомия» және «Информатика» пәндерін оқу үдерісіне кіріктіру қарастырылған. Мақаланың мақсаты – болашақ дәрігерлердің цифрлық құзыреттілігін арттыру үшін толықтырылған шындықты пайдалана отырып, компьютерлік модельдеуді оқыту әдістемесін сипаттау. Медицина мамандығының 108 студенті арасында жүргізілген сауалнамаға талдау жүргізіліп, олардың компьютерлік модельдеуге деген көзқарасын бағалау жүргізілді және «Адам мүшелерін компьютерлік модельдеу» элективті курсын қамтитын әдістеме ұсынылды. 20 студенттің қатысуымен педагогикалық эксперимент жүргізілді, оның нәтижелері әдістеменің жоғары тиімділігін көрсетті, бұл тәуелсіз үлгілер үшін t-тестімен расталады. Студенттер адам мүшелерін компьютерлік модельдеуде толықтырылған шындықты пайдалануды материалды менгеру үшін пайдалы деп бағалады. Зерттеу нәтижелері: Болашақ дәрігерлерді компьютерлік модельдеуге үйрету қажеттілігін неғіздеу; AR, Blender көмегімен компьютерлік модельдеуді оқыту әдістемесін өзірлеу және енгізу; педагогикалық эксперимент жүргізу және талдау. Әдістеме медицина мен технологияны үйлестіре отырып, әртүрлі пәндерден алынған білімді біріктіруге ықпал етеді. Зерттеу анатомия, медициналық бейнелеу және цифрлық технологияларды біріктіретін пәнаралық тәсілдің тиімділігін растайды. Бұл интеграция студенттердің клиникалық ойлауды дамытуды ынталандырады, оларды анатомиялық құрылымдарды белсенді талдауға және компьютерлік модельдеумен аныалысуға ынталандырады.

Түйін сөздер: Медицина, компьютерлік модельдеу, анатомия, білім беру, визуализация.

Введение

Современное общество характеризуется активным внедрением информационных технологий во все сферы, включая медицину.

Согласно Концепции цифровой трансформации, развития отрасли ИКТ и обеспечения кибербезопасности на 2023–2029 годы (Постановление Правительства РК от 28 марта 2023 г. № 269) необходимы «повышения цифровой грамотности населения и специалистов», развития навыков работы с цифровыми технологиями, а также внедрения современных цифровых инструментов в профессиональное образование.

На 4-й ежегодной конференции в статье “PROFIT Healthcare Day: цифровизация здравоохранения – это не «бантики»” (2022) докладчики подчеркнули необходимость подготовки специалистов, которые владеют цифровыми технологиями и способны работать с информационными медицинскими системами, симуляционными средами, сервисами дистанционной диагностики и цифровыми медицинскими данными пациентов.

Так как реформы здравоохранения 2024–2025 годов нацелены на развитие интеллектуальных систем, внедрение определенных цифровых сервисов в медицине, автоматизацию процессов диагностики и мониторинга, цифровую идентификацию пациентов и расширение электронных

медицинских услуг, то медицинский специалист должен обладать высокой цифровой зрелостью, включая навыки работы с симуляционными платформами, моделирующими комплексами и цифровыми клиническими данными.

Одним из необходимых направлений в подготовке медицинских специалистов является изучение компьютерного моделирования, которое позволяет улучшить понимание анатомии и физиологии. Вместо традиционных 2D-атласов, построенные 3D-модели предоставляют студентам возможность изучать органы и системы с разных сторон, что способствует более глубокому усвоению материала. Кроме того, работа с компьютерными моделями помогает развивать системное и причинно-следственное мышление. Будущий медик учится анализировать динамику физиологических процессов, прогнозировать развитие патологий и оценивать последствия вмешательств, что делает обучение не только более наглядным, но и способствует глубокому пониманию механизмов заболеваний.

В условиях Казахстана особенно важна разработка элективных курсов, которые помогут студентам освоить новые цифровые навыки, такие как моделирование медицинских объектов. Необходимо дать возможность будущим медикам применения знаний по анатомии при построении компьютерных моделей органов человека, которую предоставляет одно из наиболее

перспективных и практико-ориентированных направлений как компьютерное моделирование. Такая междисциплинарная интеграция открывает новые возможности как для образовательного процесса, так и для последующей клинической практики.

Для медицинских высших учебных заведений Казахстана вопрос стратегии национальной инновационной программы подготовки будущих врачей сегодня является очень острым и крайне необходимым. Необходимы элективные курсы, в которых изучается моделирование объектов и реальных ситуаций, связанных с медицинской и требующих решения различных проблем. Выдвинута гипотеза о том, что если обучать будущих медиков компьютерному моделированию, можно решить следующие дидактические задачи:

- Развитие практических навыков компьютерного моделирования;
- Формирование и развитие профессиональных качеств личности;
- Преодоление разобщенности между предметами и интеграция знаний.

Целью исследования является разработать и протестировать методику обучения компьютерному моделированию, основанную на применении дополненной реальности для повышения цифровой грамотности будущих врачей.

Объект исследования: Образовательный процесс высшего учебного заведения.

Предмет исследования: Методика обучения будущих врачей компьютерному моделированию.

Задачи исследования:

- Анализ существующих методов и подходов к обучению компьютерному моделированию в медицинских вузах.
- Разработка и внедрение методики обучения компьютерному моделированию с использованием дополненной реальности (AR).
- Выявление трудностей, с которыми сталкиваются студенты и преподаватели при освоении компьютерного моделирования.
- Проведение педагогического эксперимента для сравнения эффективности традиционного и инновационного подходов в обучении.

В обосновании выбора темы для нашей статьи следует отметить наличие проблемной ситуации, которая заключается в недостаточной интеграции современных технологий, таких как компьютерное моделирование и дополненная реальность (AR), в образовательный процесс

подготовки студентов медицинских вузов. Несмотря на значительные достижения в области биомедицинского моделирования и использования 3D-моделей в обучении анатомии, существующие методики обучения не всегда учитывают возможности, предоставляемые AR и интерактивными технологиями для улучшения восприятия и понимания анатомических взаимосвязей.

Кроме того, в настоящее время отсутствуют исследования, которые бы непосредственно оценивали эффективность использования AR в контексте компьютерного моделирования в медицинском образовании. Это создает пробел в знаниях о том, как новые технологии могут способствовать более глубокому усвоению материала студентами, а также повышать их практические навыки в области медицины.

Новизна исследования заключается в теоретическом обосновании необходимости обучения компьютерному моделированию при подготовке будущих медиков. Практическая значимость исследования состоит в разработке и апробации методики поэтапного обучения компьютерному моделированию, включая этап проверки адекватности построенной модели с помощью технологии дополненной реальности (AR). Подход опирается на современные государственные приоритеты в области цифровой трансформации здравоохранения и медицинского образования Республики Казахстан.

В последние годы активно развивается технологическая база, что открывает новые перспективы для совершенствования учебных процессов. Однако, несмотря на эту тенденцию, образовательные программы часто не успевают адаптироваться к быстро меняющимся технологиям. Это указывает на актуальность проведения исследования, целью которого является разработка и внедрение эффективной методики обучения компьютерному моделированию с использованием AR для подготовки будущих медиков.

Обзор литературы

В мировой практике компьютерное моделирование рассматривается как эффективное средство обучения. Множество исследований акцентируют внимание на применении симуляторов и виртуальной реальности для развития практических навыков у студентов медицины. Использование таких технологий, как 3D-модели, способствует улучшению пространственной

визуализации и позволяет студентам глубже понять структуру человеческого тела.

Развитие реляционного мышления, представленное в работе Бирт (2018), или способности различать значимые закономерности в любом потоке информации, указанное в работе Дуарте (2020), являются актуальными вопросами в области образования будущих медиков. В актуальных исследованиях зарубежных авторов приводится понятие визуально-пространственной способности как способности мысленно манипулировать целями в трех измерениях (Эролин и др., 2019, Голенхофен и др., 2020, Спакса и др., 2021).

Некоторые работы показывают, как симуляции и компьютерные модели могут стать важными инструментами для тренировки медицинских специалистов, от диагностики до хирургических операций (Иссенберг и др., 1999, Нибоун и др., 2004, Маран и др., 2003). В то время есть исследования, которые подчеркивают важность применения этих технологий для улучшения когнитивных и аналитических способностей студентов (Лю и др., 2021, Габа и др., 2004).

Систематический обзор Фридл (2013) также подтверждает, что использование симуляторов и компьютерных моделей помогает студентам разрабатывать навыки, необходимые для работы в высокорисковых медицинских ситуациях.

Эти исследования подчеркивают важность компьютерного моделирования в обучении студентов-медиков, предоставляя им возможность развивать практические навыки и углубленное знание медицины через интерактивные и симуляционные технологии.

В некоторых работах аспект компьютерного моделирования рассматривается как ключевой элемент образовательного процесса (Баймаханова и др., 2024, Байдрахманова и др., 2019, Рахимжанова и др., 2019).

Методика обучения, предложенная Никоноровой (2014), представляет собой открытую систему, которая может быть изменена в зависимости от развития компьютерных технологий и появления новых моделей визуализации медицинской информации. В пособии Дунаева (2010) обсуждаются подходы к обучению биомедицинскому моделированию и роль компьютерных технологий в подготовке специалистов.

Цель исследования Азер (2016) заключалась в изучении влияния 3D-анатомических моделей на обучение анатомии. Из 94 616 исследований 30 содержали данные о влиянии 3D-моделей на обучение. Хорошая пространственная визуали-

зация критична для студентов медицины, стоматологии и хирургов, поскольку манипуляции с 3D-структурами помогают в освоении анатомии. Обзор также подчеркивает необходимость дальнейших исследований и совершенствования образовательных методов.

Основной задачей в подготовке будущих врачей является подготовка высококвалифицированных специалистов, которые могут эффективно работать в условиях развивающегося европейского образовательного процесса. Важным элементом этого является стимулирование клинического мышления у студентов и использование междисциплинарных подходов в обучении показана у Павлова (2023). Будущий врач должен быть готов к интеграции знаний и умению работать с большим объемом информации.

В исследовании Путри (2025) представлен интерактивный мобильный обучающий инструмент для облегчения изучения анатомии уха с использованием 3D-моделей. Также анализируется восприятие студентами использования VLab и его влияние на успеваемость в учебном процессе.

Таким образом, дальнейшее развитие и интеграция компьютерного моделирования в образовательные программы медицинских вузов представляет собой ключевое направление для совершенствования подготовки специалистов и повышения их конкурентоспособности на рынке труда.

Методология и методы исследования

Для реализации поставленных целей и задач исследования были использованы следующие методы: анализ литературы, экспериментальный метод, метод наблюдения, статистический метод, анкетирование и опросы, метод анализа результатов тестирования, метод моделирования.

Отталкиваясь от работы Бешенкова (2002), где авторы указали следующие аспекты применения компьютерного моделирования в процессе обучения: как средство обучения, как объект изучения, как инструмент познания, авторы данной статьи рассматривают аспект компьютерного моделирования как объект обучения будущих медиков. Также изучение существующих работ и научных публикаций по теме компьютерного моделирования в медицине, а также методов обучения с использованием виртуальной реальности и 3D-моделей, позволило выявить текущие подходы, их эффективность и недостатки в обучении студентов-медиков.

Этот комплексный подход позволил всесторонне оценить эффективность применения методики обучения компьютерному моделированию с применением AR-технологий студентов медицинских специальностей. Для оценки эффективности предложенной методики был проведен педагогический эксперимент с 20 студентами медицинских специальностей. Также использовалась анкета, чтобы выявить мнение 108 студентов о применении компьютерного моделирования в образовательном процессе. Методика включала использование программного обеспечения Blender для создания 3D-моделей органов человека, а также использование технологий дополненной реальности для их визуализации.

Анкетирование

Перед разработкой методики обучения компьютерному моделированию для будущих медиков был проведён анализ существующих методических подходов в подготовке медицинских специалистов.

На Рис. 1 – “Результаты анкетирования” представлены результаты анкетирования 108 студентов медицинских вузов, где отражены положительные ответы на вопросы, касающиеся актуальности включения компьютерного моделирования в учебный процесс. Вопросы анкеты были направлены на выяснение мнений студентов о важности и необходимости изучения компьютерного моделирования в рамках образовательной программы.



Рисунок 1 – Результаты анкетирования

Результаты анкетирования показали высокий уровень осведомленности студентов о компьютерном моделировании: 90,7% респондентов знали о нём, а 82,4% были знакомы с 3D-моделированием. Однако лишь половина студентов имела опыт изучения компьютерного моделирования в рамках курса анатомии, что указывает на необходимость улучшения образовательных программ.

79,6% студентов выразили желание изучать компьютерное моделирование в рамках курса

анатомии, а 54,6% поддержали идею использования 3D-моделей в дополненной реальности. 75% респондентов оценили преимущества компьютерного моделирования по сравнению с традиционными методами обучения анатомии.

Таким образом, анализ диаграммы показывает, что студенты обладают высоким уровнем осведомленности о компьютерном моделировании и проявляют интерес к изучению и использованию этих технологий. Однако результаты также выявляют необходимость совершенствования

методик обучения и увеличения числа практических проектов. Для успешного внедрения компьютерного моделирования в медицинское образование необходимо усовершенствовать образовательные программы и предоставить студентам необходимые инструменты для работы с моделями.

Методика обучения

Разрабатываемая методика предполагает формирование у студентов компетенций в области компьютерного моделирования, рассматривая следующие этапы процесса компьютерного моделирования органов человеческого тела:

- этап построения информационной модели;
- этап построения компьютерной модели;

- этап проверки адекватности построенной модели реальному объекту.

На последнем этапе проверки адекватности построенной компьютерной модели, применяется технология дополненной реальности (AR) для визуализации и проведения компьютерного эксперимента.

На Рис. 2 – “Схема методики обучения компьютерному моделированию будущих медиков” представлена методика обучения, включающая следующие элементы: цель, содержание, формы, методы и средства обучения. Эти компоненты разработаны с учётом специфики компьютерного моделирования в медицине и направлены на эффективное усвоение студентами необходимых знаний и навыков.

Методика обучения будущих врачей компьютерному моделированию

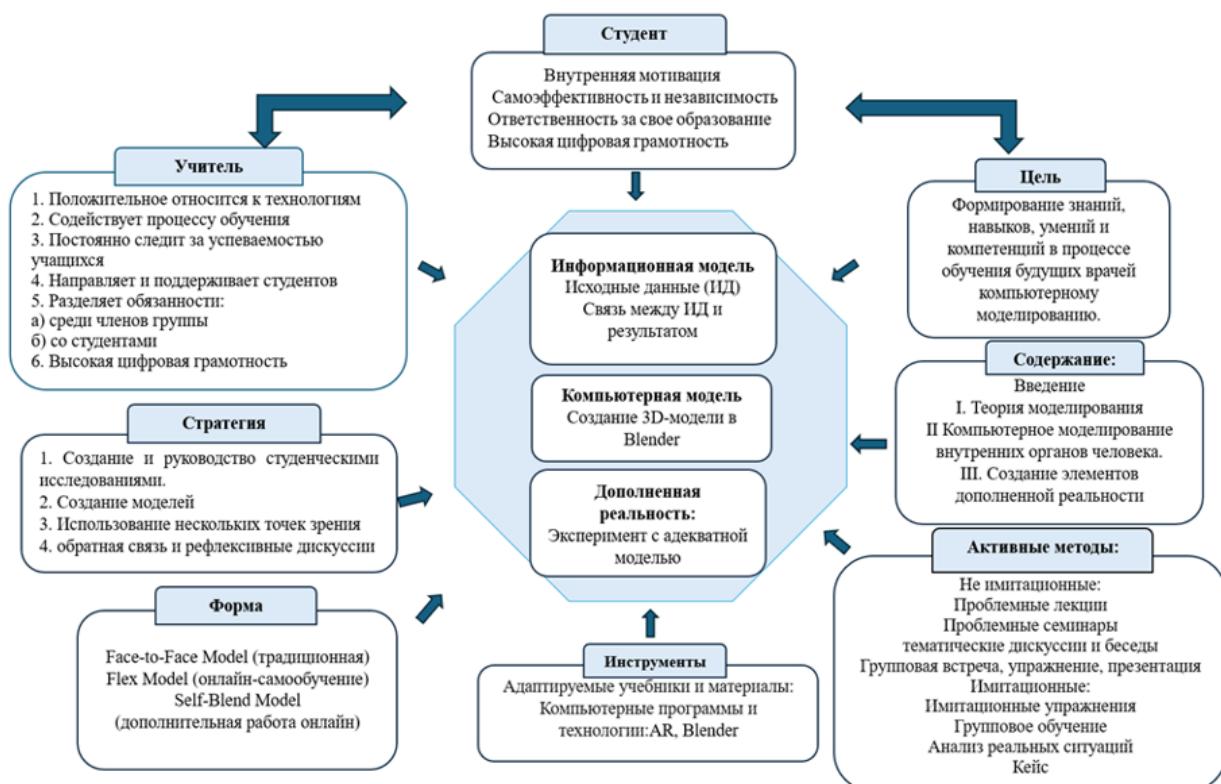


Рисунок 2 – Схема методики обучения компьютерному моделированию будущих медиков

После теоретического изучения студенты начинают создавать информационные модели органов человеческой системы. Затем они переходят к следующему этапу – моделированию с использованием графического редактора Blender для создания компьютерных моделей. Важным

инструментом в этом процессе является дополненная реальность (AR), как показано в работе Рахимжановой (2025), AR позволяет визуализировать процессы, трудно демонстрируемые в реальном мире. Для проверки адекватности построенных моделей используется технология

AR. Студенты могут наблюдать 3D-модели органов, отображаемые на муляже скелета с прикрепленными QR-кодами. Наводя планшет на QR-код, студенты видят 3D-модели органов и могут оценить их соответствие реальным данным, что способствует более глубокому пониманию анатомии человека.

Рассмотрим каждый этап компьютерного моделирования более подробно. На этапе построения информационной модели обучающиеся на основе анатомических знаний формируют логико-структурные модели органов и систем организма. Студент строит своего рода концептуальные схемы, в которых фиксируются такие характеристики органа, как его формы, топографическое расположение, взаимодействие с другими структурами, типы тканей, участвующих в его строении.

Следующим этапом становится переход к построению компьютерной модели с использованием специализированного мощного графического редактора с открытым исходным кодом Blender. Работая в Blender, студенты создают трехмерные модели отдельных органов (например, сердца, печени, почек), ведут учет анатомической точности при формировании объемных форм, формируют на изображении текстуры и материалы, имитирующие реальные ткани. Такой подход способствует развитию не только технических навыков работы с 3D-графикой, но и укреплению анатомических знаний. Так, чтобы точно смоделировать орган человека на Blender, необходимо хорошо понимать форму и структуру объекта, которые входят в построенную ранее информационную модель.

Особое место в образовательном процессе занимает технология дополненной реальности (AR), позволяющая интегрировать виртуальные модели в реальное пространство. Визуализация построенной компьютерной модели с помощью AR, дает возможность полноценно продемонстрировать проверку адекватности ее реальному объекту. В рамках занятий студенты используют планшеты или смартфоны, с помощью которых происходит взаимодействие с AR-модулями, привязанными к физическим объектам. На муляже скелета закрепляются QR-коды, соответствующие построенным самим студентом органам. Наводя устройство на QR-код, студент видит свою работу, т.е. построенную в Blender компьютерную модель органа, наложенную на соответствующее место в теле. Это позволяет оценить анатомическую точность, т.е. сравнить

размеры, положение, ориентацию органа с реальными анатомическими данными, выявить соответствие между ними.

Наблюдение

Наблюдения за учебным процессом курса “Компьютерное моделирование органов человека” показали, что студенты активно участвуют в занятиях благодаря интерактивным элементам, таким как моделирование органов. Методика способствует лучшему усвоению материала, позволяя студентам применять теоретические знания на практике через создание и анализ 3D-моделей с использованием дополненной реальности. Однако студентам нужно время для освоения инструментов Blender, что иногда замедляет выполнение заданий. Для улучшения эффективности требуется больше времени на практические занятия и лучшая адаптация студентов к программе. Несмотря на технические и организационные трудности, подход показывает высокую эффективность в подготовке будущих медиков.

При выполнении групповых заданий, например самостоятельная работа над проектом, помогает выявить, как студенты распределяют роли, как они распределяют кто отвечает за анатомическую точность, кто за техническую реализацию. Особый интерес вызывает как студенты в групповой работе обсуждают возникающие трудности и предлагают пути решения, аргументируя свои подходы и используя профессиональную лексику. Наблюдение дает ценную информацию об уровне коммуникативных, исследовательских и инженерных навыков, развивающихся в процессе коллективной проектной деятельности.

Анализ

В процессе внедрения методики обучения компьютерному моделированию органов человека изучили, как студенты разрабатывают информационную модель, затем взаимодействуют с программами моделирования, такими как Blender, проверяют адекватность модели с помощью AR, что позволило выявить несколько ключевых аспектов, влияющих на восприятие и усвоение материала: восприятие процесса, этапы освоения, эффективность усвоения материала, поддержка и обучение, обратная связь.

При разработке информационной модели выявлен недостаток знаний о строении органов и их функциях в анатомии может затруднить создание точных моделей. При разработке компьютерной модели выяснилось, что Интерфейс и

функции Blender могут вызвать трудности у некоторых студентов. При проверке адекватности модели использование дополненной реальности вызывает интерес, так как позволяет взаимодействовать с 3D-моделями и улучшать восприятие анатомических взаимосвязей. Распишем ключевые аспекты, влияющие на восприятие и усвоение материала.

Восприятие процесса:

разработка информационной модели требует знания о строении органов, их частях и функциях, что может затруднить создание точных моделей;

в процессе разработки компьютерной модели важно предоставить четкие пошаговые инструкции и примеры с пояснениями, особенно для освоения терминов и понятий, таких как сетки, текстуры, освещение;

в процессе использования AR студенты с интересом создают QR-коды на построенные модели и видят их в реальном времени.

Этапы освоения:

для разработки информационной модели необходимы предварительные подготовительные этапы, направленные на изучение анатомии и функций органов;

для освоения Blender нужно предоставить четкие пошаговые инструкции и примеры, чтобы студенты могли легко понять и применить термины и понятия;

преподаватель создает AR с помощью Unity, и студенты создают QR-коды для проверки адекватности моделей.

Эффективность усвоения материала:

- недостаточное понимание строения органов может замедлить процесс усвоения материала и привести к упрощению моделей;

- если задания ориентированы на реальные задачи, такие как моделирование органов, студенты быстрее осваивают Blender и улучшают свои навыки;

- использование AR способствует лучшему усвоению материала, так как студенты могут работать с моделями в реальном времени и видеть взаимосвязь между анатомическими структурами.

Поддержка и обучение:

- для разработки информационных моделей необходимо консультирование по анатомии и предоставление обучающих материалов, кото-

рые объясняют основные принципы моделирования;

- в процессе обучения Blender важны видеоматериалы, пошаговые руководства и консультации, начиная с базовых навыков, таких как навигация по пространству и создание объектов;

- для использования AR необходимы инструкции и техническая помощь.

Обратная связь:

- студенты могут корректировать ошибки, указанные преподавателем, в понимании анатомии и точности моделей, что помогает развивать их навыки;

- преподаватель может быстро выявить проблемы с использованием Blender и предложить решения для улучшения моделей;

- AR позволяет студентам увидеть адекватность моделей в реальном времени и мгновенно корректировать ошибки.

Результаты

При проведении педагогического эксперимента были рассмотрены две группы. Учебные материалы для обеих групп были идентичными по содержанию. Однако экспериментальная группа обучалась по методике, включающей AR-компоненты для компьютерного моделирования, в то время как контрольная группа проходила обучение по существующему элективному курсу “Компьютерное моделирование в медицине”. Выборку составили студенты медицинских специальностей, и оба курса были реализованы в течение одного семестра. Прогресс студентов регулярно мониторился, и предоставлялась необходимая поддержка для выполнения учебной программы. Для оценки результатов использовались количественные методы анализа, включая статистические методы, такие как расчет коэффициента корреляции Пирсона, для определения статистически значимых различий между группами.

Для демонстрации расчетов основных статистических показателей представлены результаты тестирования студентов обеих групп по 100-балльной шкале, с участием по 10 студентов из каждой группы, в Табл. 1 – “Результаты тестов для каждой группы, измеренные по 100-балльной шкале”.

Таблица 1 – Результаты тестов для каждой группы, измеренные по 100-балльной шкале

группы	Ст ₁	Ст ₂	Ст ₃	Ст ₄	Ст ₅	С ₆	Ст ₇	Ст ₈	Ст ₉	Ст ₁₀	Ср. зн.	Стандартное отклонение
Экспериментальная группа	89	95	83	92	93	88	92	95	93	91	90	4.25
Контрольная группа	70	75	71	67	82	76	78	77	80	79	74.1	5.16
Примечание – составлено автором												

Были рассчитаны основные статистические показатели для обеих групп, а также проведён t-тест для определения значимости различий между ними. Предоставленные расчёты основываются на t-тесте для независимых выборок (или двухвыборочном t-тесте). Этот метод используется для сравнения средних значений двух независимых групп и помогает установить, есть ли статистически значимая разница между ними.

Шаги для выполнения t-теста:

Средние значения для каждой группы (экспериментальная и контрольная).

Стандартные отклонения для каждой группы.

Рассчитывается t-статистика, которая измеряет разницу между средними значениями двух групп с учётом их стандартных отклонений и размера выборки.

Сравнивается р-значение: если оно меньше 0.05, то разница между группами статистически значима.

Экспериментальная группа: среднее – 90.0, медиана – 92.0, стандартное отклонение -4.25, минимум – 83, максимум – 95

Контрольная группа: Среднее – 74.1, Медиана – 76.5, Стандартное отклонение – 5.16,

Минимум – 67, Максимум – 82.

Результаты t-теста для независимых выборок: t-статистика: 7.36

р-значение: 0.00001 (значительно меньше 0.05)

Сравнение экспериментальной и контрольной группы показало значительные различия в результатах тестирования. Среднее значение для экспериментальной группы (90.0) значительно выше, чем для контрольной группы (74.1). Это подтверждается очень низким р-значением (0.00001), что свидетельствует о статистически значимых различиях между группами. Таким образом, методика обучения компьютерному моделированию с использованием AR-компонентов (экспериментальная группа) демонстрирует луч-

шие результаты по сравнению с традиционным курсом (контрольная группа).

Обсуждение

Результаты исследования показывают, что процесс изучения и самостоятельной разработки компьютерных моделей анатомических структур стимулирует активное вовлечение студентов в учебный процесс, развивает клиническое и пространственное мышление, а также способствует формированию цифровых компетенций, критически важных для современной медицины.

Как отмечает Азер (2016), использование 3D-моделей в обучении анатомии значительно улучшает понимание пространственных отношений между структурами, особенно у студентов с преимущественно визуальным стилем обучения. Наши наблюдения подтверждают, что на этапе создания моделей в Blender студенты демонстрировали повышение интереса и анатомической точности по мере углубления в цифровую работу. Однако на первых этапах у многих возникали затруднения технического характера, что также отмечалось в исследованиях (Байдрахмановой и др., 2019), где подчеркивается необходимость методической подготовки при интеграции компьютерной графики в учебный процесс.

Особое внимание заслуживает включение дополненной реальности (AR) в образовательный процесс. Как показывают Бирт (2018) и Дуарте (2020), технологии смешанной и дополненной реальности обеспечивают иммерсивную, интерактивную форму обучения, которая особенно эффективна для студентов медицинских специальностей. Применение AR в нашей практике, по методике, описанной в работе Баймахановой (2024) позволило студентам соотносить разработанные 3D-модели с анатомическими ориентирами на физическом скелете через QR-коды, что не только визуализировало ранее абстракт-

ные знания, но и способствовало формированию устойчивых пространственных представлений.

Наблюдение за поведением студентов в процессе моделирования показало, что наиболее активные и успешные учащиеся проявляли умение интегрировать знания из анатомии, информационных технологий и графики. Это подтверждает выводы Фридл и О'Нил (2013) о том, что эффективное моделирование требует развитых аналитических и синтетических способностей. Кроме того, при групповом моделировании наблюдалась высокая степень коммуникативной активности, саморегуляции и критической оценки, что согласуется с данными Спасска (2021) о влиянии совместной деятельности на развитие аналитического мышления у студентов.

Преподаватель играет роль организатора для группы студентов для более продуктивной работы, наблюдая и направляя студентов. Никонорова (2014) в своей работе показывает, что в ходе обучения моделированию необходима методическая поддержка на каждом этапе. Авторы подчеркивали, что если предоставить студентам самим выбирать средства моделирования, то непосредственно будет расти их мотивация к выполнению проектов качественно.

Интересной особенностью стало различие в темпах усвоения материала между студентами с техническим знанием и теми, кто ранее не сталкивался с 3D-моделированием. Это подчеркивает необходимость дифференциации учебных заданий, о чём также упоминается в работе Голенхофен (2020), где подчеркивается значение адаптивного подхода при внедрении мобильных и визуальных технологий в анатомическое образование.

Наконец, педагогический эксперимент показал, что студенты, регулярно получающие обратную связь и имеющие возможность сравнивать свои модели с реальными образцами и AR-визуализациями, демонстрируют заметно более высокий уровень анатомической точности и осмыслинного проектирования. Это подтверждает эффективность методов, описанных также в исследованиях, где подчеркивается значимость интерактивной оценки в процессах обучения через симуляцию (Эролин и др., 2019, Иссенберг и др., 1999).

Таким образом, результаты исследования позволяют утверждать, что включение студентов в процесс самостоятельной разработки анатомических моделей с применением современных цифровых и AR-технологий является

мощным дидактическим инструментом. Он не только способствует более глубокому усвоению учебного материала, но и формирует навыки, необходимые будущим врачам в условиях цифровизации медицины.

Заключение

Результаты проведенного исследования соответствуют глобальным трендам в применении и обучении компьютерному моделированию в образовательном процессе для студентов медицинских вузов. Исследование подтвердило значимость данного подхода, продемонстрировав его эффективность в развитии пространственного мышления, интеграции знаний из разных областей и улучшении усвоения учебного материала.

Основное отличие данного исследования заключается в использовании методики обучения компьютерному моделированию с внедрением дополненной реальности (AR) и программного обеспечения Blender, вместо традиционных VR-симуляторов. Это делает обучение более доступным и интерактивным. Дополненная реальность (AR) позволяет студентам понять лучше анатомию, структуру органов, так как обучающийся имеет возможность проверить адекватность построенной модели, потрогать ее в реальности, хотя и дополненной.

В процессе исследования авторы выявили методы обучения, которые эффективно помогают студентам медикам изучить процесс компьютерного моделирования. Также выявлены трудности, с которыми будущие медики столкнулись при построении компьютерной модели. Необходимо более тщательная подготовка преподавателей ИКТ для эффективного преподавания информационных технологий и их применения в медицине.

Методика обучения компьютерному моделированию имеет междисциплинарный характер, так как объединяет знания по анатомии и информационным технологиям. Такой подход приводит студентов к активации во время моделирования, у них развивается клиническое мышление за счет анализа органов еще на начальном этапе при построении информационной модели и на этапе проверки адекватности построенной компьютерной модели с помощью AR.

Результаты исследования имеют практическое применение, так как методика прошла доказательство эффективности в процессе педаго-

гического эксперимента, где экспериментальная группа имела более высокие баллы относительно контрольной. На этапе констатирующего анкетирования ответы 108 студентов медиков показали, что они с будущим интересом применять информационные технологии, такие как Blender и AR при изучении компьютерного моделирования.

По результатам педагогического эксперимента и обоснованием актуальности выбранной темы можно утверждать, что внедрение методики обучения компьютерному моделированию в образовательный процесс медицинского вуза является не только педагогически

обоснованной, но и соответствует стратегиям развития Республики Казахстан. Она помогает в реализации задач государственной цифровизации, способствуя формированию цифровой компетентности будущих врачей, предложенная методика отвечает требованиям модернизации медицинского образования, а также повышает готовность выпускников медицинских вузов к работе в условиях цифровой экосистемы здравоохранения.

Необходимо развивать данное направление и усовершенствовать методики обучения компьютерному моделированию будущих медиков, ибо в их руках здоровье нации.

Литература

1. Azer, S. A., & Azer, S. (2016). 3D anatomy models and impact on learning: A review of the quality of the literature. *Health Professions Education*, 2(2), 80–98. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.05.002>
2. Baidrakhmanova, G. A., Issabayeva, D. N., Rakimzhanova, L. B., Sultangaliyeva, L., & Suleimenova, G. (2019). Modeling for computer graphics study in terms of fundamentalization of information science. *Opcion*, 35(89), 733–755.
3. Birt, J., Stromberga, Z., Cowling, M., & Moro, C. (2018). Mobile mixed reality for experiential learning and simulation in medical and health sciences education. *Information*, 9(2), 31. <https://doi.org/10.3390/info9020031>
4. Duarte, M. L., Santos, L. R., Júnior, J. G., & Peccin, M. S. (2020). Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. A scope review. *Morphologie*, 104(347), 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2020.08.004>
5. Erolin, C., Reid, L., & McDougall, S. (2019). Using virtual reality to complement and enhance anatomy education. *Journal of Visual Communication in Medicine*, 42(3), 93–101. <https://doi.org/10.1080/17453054.2019.1597626>
6. Friedl, K. E., & O’Neil, H. F. (2013). Designing and using computer simulations in medical education and training: An introduction. *Military Medicine*, 178(suppl_10), 1–6. <https://doi.org/10.7205/MILMED.173.6.583>
7. Gaba, D. M. (2004). The future of simulation in medical education. *Simulation in Healthcare*, 1(2), 99–107. <https://doi.org/10.1097/01.SIH.0000122377.91757.2b>
8. Golenhofen, N., Heindl, F., Grab-Kroll, C., Messerer, D. A., Böckers, T. M., & Böckers, A. (2020). The use of a mobile learning tool by medical students in undergraduate anatomy and its effects on assessment outcomes. *Anatomical Sciences Education*, 13(1), 8–18. <https://doi.org/10.1002/ase.1878>
9. Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Hart, I. R., Mayer, J. W., Felner, J. M., Petrusa, E. R., ... Ewy, G. A. (1999). Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*, 282(9), 861–866. <https://doi.org/10.1001/jama.282.9.861>
10. Kneebone, R. L., Scott, W., Darzi, A., & Horrocks, M. (2004). Simulation and clinical practice: Strengthening the relationship. *Medical Education*, 38(10), 1095–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01959.x>
11. Liu, Y., & Lee, H. (2021). Computer modeling and simulation in medical education. *Simulation in Healthcare*, 16(1), 14–21. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000430>
12. Maran, N. J., & Glavin, R. J. (2003). Low-to high-fidelity simulation—a continuum of medical education? *Medical Education*, 37, 22–28. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x>
13. PROFIT Healthcare Day: цифровизация здравоохранения – это не «бантики». 4-я ежегодная конференция PROFIT Healthcare Day. <https://profit.kz/news/64023/PROFIT-Healthcare-Day-cifrovizaciya-zdravoohraneniya-eto-ne-bantiki/> (accessed 01.04.2025)
14. Putri, A., Rosmansyah, F. W., Trijunita, C. N., et al. (2025). An interactive mobile three-dimensional virtual laboratory for learning ear anatomy. *Smart Learning Environments*, 12, 19. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00371-8>
15. Rakimzhanova, L. B., Issabayeva, S. N., Zhumartov, M. A., Nazarbekova, K. T., & Turganbay, K. E. (2019). Modeling in studying computer graphics in the fundamentalization of computer science. *Periodico Tche Quimica*, 16, 755–767.
16. Spaska, A. M., Savishchenko, V. M., Komar, O. A., Hritchenko, T. Y., & Maidanyk, O. V. (2021). Enhancing analytical thinking in tertiary students using debates. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 879–889. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.879>
17. Баймаханова, А., Рахимжанова, Л., & Белходжаев, А. (2024). Особенности методики обучения будущих медиков компьютерному моделированию. Вестник КазНПУ имени Абая. Серия: Физико-математические науки, 87(3), 219–235. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.87.3.019>
18. Бешенков, С. А., & Ракитина, Е. А. (2002). Моделирование и формализация. М.: Лаборатория Базовых Знаний.

19. Дунаев, А. В. (2010). Моделирование биологических процессов и систем: методические указания по проведению практических занятий. Орел: ОрелГТУ.
20. Никонорова, М. Л., Пичугин, Ю. А., & Тишков, А. В. (2014). Методика обучения студентов медицинских специальностей компьютерному моделированию. Труды СПИИРАН, 33(2), 147–163. <https://doi.org/10.15622/sp.33.8>
21. Павлов, Ч. С., Ковалевская, В. И., Варганова, Д. Л., и др. (2023). Критическое мышление в медицинском образовании. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 22(2S), 3566. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3566>
22. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 269. Об утверждении Концепции цифровой трансформации, развития отрасли информационно-коммуникационных технологий и кибербезопасности на 2023–2029 годы. https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000269?utm_source=chatgpt.com (accessed 01.04.2025)

References

- Azer, S. A., & Azer, S. (2016). 3D anatomy models and impact on learning: A review of the quality of the literature. *Health Professions Education*, 2(2), 80–98. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.05.002>
- Baidrakhmanova, G. A., Issabayeva, D. N., Rakhimzhanova, L. B., Sultangaliyeva, L., & Suleimenova, G. (2019). Modeling for computer graphics study in terms of fundamentalization of information science. *Opcion*, 35(89), 733–755.
- Birt, J., Stromberga, Z., Cowling, M., & Moro, C. (2018). Mobile mixed reality for experiential learning and simulation in medical and health sciences education. *Information*, 9(2), 31. <https://doi.org/10.3390/info9020031>
- Duarte, M. L., Santos, L. R., Júnior, J. G., & Peccin, M. S. (2020). Learning anatomy by virtual reality and augmented reality: A scope review. *Morphologie*, 104(347), 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2020.08.004>
- Erolin, C., Reid, L., & McDougall, S. (2019). Using virtual reality to complement and enhance anatomy education. *Journal of Visual Communication in Medicine*, 42(3), 93–101. <https://doi.org/10.1080/17453054.2019.1597626>
- Friedl, K. E., & O’Neil, H. F. (2013). Designing and using computer simulations in medical education and training: An introduction. *Military Medicine*, 178(suppl_10), 1–6. <https://doi.org/10.7205/MILMED.173.6.583>
- Gaba, D. M. (2004). The future of simulation in medical education. *Simulation in Healthcare*, 1(2), 99–107. <https://doi.org/10.1097/01.SIH.0000122377.91757.2b>
- Golenhofen, N., Heindl, F., Grab-Kroll, C., Messerer, D. A., Böckers, T. M., & Böckers, A. (2020). The use of a mobile learning tool by medical students in undergraduate anatomy and its effects on assessment outcomes. *Anatomical Sciences Education*, 13(1), 8–18. <https://doi.org/10.1002/ase.1878>
- Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Hart, I. R., Mayer, J. W., Felner, J. M., Petrusa, E. R., ... Ewy, G. A. (1999). Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA*, 282(9), 861–866. <https://doi.org/10.1001/jama.282.9.861>
- Kneebone, R. L., Scott, W., Darzi, A., & Horrocks, M. (2004). Simulation and clinical practice: Strengthening the relationship. *Medical Education*, 38(10), 1095–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.01959.x>
- Liu, Y., & Lee, H. (2021). Computer modeling and simulation in medical education. *Simulation in Healthcare*, 16(1), 14–21. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000430>
- Maran, N. J., & Glavin, R. J. (2003). Low-to high-fidelity simulation—a continuum of medical education? *Medical Education*, 37, 22–28. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x>
- PROFIT Healthcare Day: tsifrovizatsiiia zdravookhraneniia – eto ne «bantiki». 4-ia ezhegodnaia konferentsiiia [Digitalization of healthcare is not just ‘ribbons’: 4th Annual PROFIT Healthcare Conference] PROFIT Healthcare Day. <https://profit.kz/news/64023/PROFIT-Healthcare-Day-cifrovizaciya-zdravooahraniya-eto-ne-bantiki/> (accessed April 1, 2025) (in Russian)
- Putri, A., Rosmansyah, F. W., Trijunita, C. N., et al. (2025). An interactive mobile three-dimensional virtual laboratory for learning ear anatomy. *Smart Learning Environments*, 12, 19. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00371-8>
- Rakhimzhanova, L. B., Issabayeva, S. N., Zhumartov, M. A., Nazarbekova, K. T., & Turganbay, K. E. (2019). Modeling in studying computer graphics in the fundamentalization of computer science. *Periodico Tche Quimica*, 16, 755–767.
- Spaska, A. M., Savishchenko, V. M., Komar, O. A., Hritchenko, T. Y., & Maidanyk, O. V. (2021). Enhancing analytical thinking in tertiary students using debates. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 879–889. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.879>
- Baimakhanova, A., Rakhimzhanova, L., & Belkhodzhaev, A. (2024). Osobennosti metodiki obucheniiia budushchikh medikov komp’iuternomu modelirovaniyu [Features of teaching methodology for future medical students in computer modeling]. *Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya: Fiziko-matematicheskie nauki*, 87(3), 219–235. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.87.3.019> (in Russian)
- Beshenkov, S. A., & Rakitina, E. A. (2002). Modelirovanie i formalizatsiiia [Modeling and formalization]. Moscow: Laboratoriia Bazovykh Znanii. (in Russian)
- Dunaev, A. V. (2010). Modelirovanie biologicheskikh protsessov i sistem: metodicheskie ukazaniia po provedeniiu prakticheskikh zaniatiii [Modeling biological processes and systems: Methodological guidelines for practical classes]. Orel: OrelGTU. (in Russian)
- Nikonorova, M. L., Pichugin, Y. A., & Tishkov, A. V. (2014). Metodika obucheniiia studentov meditsinskikh spetsial’nostei komp’iuternomu modelirovaniyu [Methodology for teaching medical students computer modeling]. *Trudy SPIIRAN*, 33(2), 147–163. <https://doi.org/10.15622/sp.33.8> (in Russian)
- Pavlov, Ch. S., Kovalevskaia, V. I., Varganova, D. L., et al. (2023). Kriticheskoe myshlenie v meditsinskom obrazovanii [Critical thinking in medical education]. *Kardiovaskuliarnaia terapiia i profilaktika*, 22(2S), 3566. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3566> (in Russian)

Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 28 marta 2023 goda № 269. Ob utverzhdenii Kontseptsii tsifrovoi transformatsii, razvitiia otrsli informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii i kiberbezopasnosti na 2023–2029 gody [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 269 of March 28, 2023. On the approval of the concept of digital transformation, ICT development, and cybersecurity for 2023–2029]. https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000269?utm_source=chatgpt.com (accessed April 1, 2025) (in Russian)

Сведения об авторах:

Баймаханова Айгуль Бекмолдаевна – PhD-докторант образовательной программы «Информатика», Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: aigul.b@internet.ru);

Рахимжанова Ляззат Болтабаевна (автор-корреспондент) – кандидат педагогических наук, доцент, и. о. профессора кафедры компьютерных наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: lyazatr72@gmail.com).

Information about authors:

Baimakhanova Aigul – PhD doctoral student of the Educational Program “Training of Informatics Teachers”, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan; e-mail: aigul.b@internet.ru)

Rakhimzhanova Lyazzat (corresponding author) – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Acting Professor of the Department of Computer Science, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan; e-mail: lyazatr72@gmail.com)

Авторлар туралы мәлімет:

Баймаханова Айгуль Бекмолдаевна – «Информатика педагогтерін даярлау» білім беру бағдарламасының PhD докторанты, Әл-Фараби атындағы Қазақ үлттыхұқ университеті (Алматы, Қазақстан, email: aigul.b@internet.ru)

Рахимжанова Ляззат Болтабаевна (корреспондент-автор) – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, компьютерлік ғылымдар кафедрасының профессор м.а., Әл-Фараби атындағы Қазақ үлттыхұқ университеті (Алматы, Қазақстан, email lyazatr72@gmail.com).

Поступила: 04.04.2025

Принята: 01.12.2025