



APPLICATION OF METHODS AND MODELS FOR THE DEVELOPMENT OF SIMULATION EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN TEACHING SIMULATION-BASED TRAINING IN MEDICAL EDUCATION PRACTICE

Shokirzhon Umarovich Sotiboldiev

Assistant Central Asian Medical University istambek88@mail.ru,
+998901667220. ORSID ID 0009-0002-4856-721X

Mukhtorov Farrukh Mukhammadovich

Associate Professor at Central Asian Medical University,
Doctor of Pedagogical Sciences, DSc.farruhmukhtarov@gmail.com,
+998943924499. ORCID: 0000-0001-6638-7373
<https://doi.org/10.5281/zenodo.18309812>

ARTICLE INFO

Received: 14th January 2026

Accepted: 19th January 2026

Online: 20th January 2026

KEYWORDS

Simulation-based training, simulation technologies, medical education, pedagogical issues, clinical skills, innovative technologies, patient safety.

ABSTRACT

Modern medical education faces an objective shortage of clinical materials for practical training of students. Limited access to real patients, ethical restrictions on the use of animals and cadavers for educational purposes, and the high cost of medical equipment lead to a decline in the practical skills of medical graduates. Under these conditions, simulation-based training using simulation technologies is becoming a strategically important tool for training medical personnel.

According to international studies, the use of simulation methods improves the quality of medical care, reduces the incidence of medical errors, and ensures objective certification of specialists. "People remember 20% of what they see, 40% of what they see and hear, and 70% of what they see, hear, and do," confirming the high effectiveness of practice-oriented approaches.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ СИМУЛЯЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРАКТИКЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сотиболдиев Шокиржон Умарович

Ассистент медицинского университета Central Asian Medical University,
istambek88@mail.ru, +998901667220. ORSID ID 0009-0002-4856-721X

Мухторов Фаррух Мухаммадович

Доцент медицинского университета Central Asian Medical University, Доктор педагогических наук, DSc.farruhmukhtarov@gmail.com, +998943924499

ORCID: 0000-0001-6638-7373

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18309812>

ARTICLE INFO

ABSTRACT



Received: 14th January 2026

Accepted: 19th January 2026

Online: 20th January 2026

KEYWORDS

Симуляционное обучение, имитационные технологии, медицинское образование, педагогические проблемы, клинические навыки, инновационные технологии, безопасность пациентов.

В современном медицинском образовании наблюдается объективный дефицит клинических материалов для практической подготовки студентов. Ограничение доступа обучающихся к реальным пациентам, этические ограничения использования животных и трупов в учебных целях, высокая стоимость медицинского оборудования приводят к снижению уровня практических навыков выпускников медицинских вузов. В этих условиях симуляционное обучение на основе имитационных технологий становится стратегически важным инструментом подготовки медицинских кадров.

Согласно данным международных исследований, применение симуляционных методик позволяет повысить качество медицинской помощи, снизить число врачебных ошибок и обеспечить объективную аттестацию специалистов. «Люди запоминают 20% того, что видят, 40% того, что видят и слышат, и 70% того, что видят, слышат и делают», что подтверждает высокую эффективность практико-ориентированных подходов.

ВВЕДЕНИЕ

Цель данной статьи систематизация методов и моделей для разработки имитационных образовательных технологий в медицинском симуляционном обучении.

Анализ теоретических основ и классификации имитационных технологий в медицинском образовании.

Описание методов разработки виртуальных тренажеров-симуляторов.

Систематизация моделей и уровней реалистичности симуляционного оборудования.

Обоснование эффективности применения имитационных технологий в преподавании клинических дисциплин.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДОЛОГИЯ

Технология симуляционного обучения в последние годы широко применяется при подготовке медиков во всем мире как наиболее эффективный метод приобретения практических навыков [2].

Исследования показывают, что симуляционное обучение позволяет отрабатывать навыки на симуляторах (фантомах и муляжах), совершенствовать профессиональные умения действовать в экстремальных ситуациях и вырабатывать алгоритмы оказания помощи в критических ситуациях [4].



Диапазон использования имитационного моделирования варьируется от простого до сложного, от "тренажеров задач" с низкой точностью до сложных взаимодействий с высокоточными, высокореалистичными симуляторами. В работах выделяются следующие категории:

Анализ потребностей и проектирование, определение целевых компетенций на основе профессиональных стандартов, анализ профессиональной деятельности и выделение ключевых задач, подбор технологий и выбор методов обучения в зависимости от тематики и типа занятий [6].

Разработка имитационных моделей. Моделирование профессиональной деятельности: Создание сети лабораторий для имитации профессиональной деятельности в соответствии с требованиями стандартов [6].

Разработка учебно-методического обеспечения, создание учебно-программной и учебно-методической документации, разработка диагностического инструментария и подготовка кейсов с описанием алгоритма выполнения манипуляций [6].

Организационно-педагогические условия. Подготовка преподавателей специальная подготовка преподавателей в роли "тренера симуляционного обучения" и применение принципов андрагогики (науки об обучении взрослых).

Эффективность подхода подтверждается возможностью формирования практических компетенций без риска для пациентов, сокращением педагогических ошибок и повышением качества подготовки медицинских специалистов различных уровней [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Имитационные технологии в медицинском образовании представляют собой комплекс методов, моделей и средств, воспроизводящих реальные клинические ситуации в контролируемой образовательной среде. Ключевым элементом является виртуальный тренажер-симулятор – программно-аппаратный комплекс, позволяющий студенту-медику представить объект исследования и выполнить практические действия без участия реального пациента.

Основные принципы имитационных технологий:

- Реалистичность: достоверное воспроизведение анатомических структур, физиологических параметров и клинических сценариев

- Интерактивность: возможность самостоятельного задания параметров и получения обратной связи

- Безопасность: отсутствие риска для пациентов при совершении ошибок

- Повторяемость: неограниченное число попыток для отработки навыков

Трёхмерная модель симуляционной деятельности

Согласно концепции Группы по разработке программного обучения Simnovate, симуляционная деятельность характеризуется тремя измерениями:

1. Область действия: от простого освоения навыка до многоуровневого комплекса лечебных мероприятий. Например, от «наложения акушерских щипцов» до полного кейса «экстренная помощь при преэклампсии с преждевременной отслойкой плаценты».



2. Модальность: от «тренажеров задач» до высокоточных симуляторов с воспроизведением внешнего вида и изменяющихся физиологических параметров.

3. Обучающая среда: от изолированных тренировочных мест до интегрированных симуляционных центров с виртуальной клиникой.

Методология проектирования виртуальных тренажеров

Разработка эффективных имитационных систем требует применения системного подхода, включающего:

1. Анализ учебных целей и компетенций

- Деконструкция профессиональных стандартов врача
- Определение целевых практических навыков и умений
- Выявление критических клинических ситуаций для тренировки

2. Мультифазное моделирование

- Функциональное моделирование: определение задач и алгоритмов работы
- Информационное моделирование: структурирование входных/выходных данных

- Процедурное моделирование: описание последовательности действий

- Математическое моделирование: создание алгоритмов реакций системы

3. Интеграция обратной связи

Реализация механизмов силовая обратная связь и обратной тактильной связи для создания реалистичных ощущений при взаимодействии с виртуальными объектами.

Классификация методов создания сценариев

По уровню сложности:

- Дидактические сценарии: пошаговая отработка отдельных навыков (инъекции, катетеризация)

- Кейс-методы: комплексные клинические случаи с вариативным развитием

- Ролевые игры: имитация межпрофессионального взаимодействия (врач-медсестра-пациент)

- Имитационные игры: чрезвычайные ситуации с элементом непредсказуемости и временного дефицита

По типу оценки:

- Формирующий контроль: немедленная обратная связь в процессе тренировки

- Итоговая аттестация: оценка компетенций через структурированные станции ОСКИ

Иерархия уровней реалистичности

Согласно классификации, используемой в международной практике, выделяют шесть уровней реалистичности симуляционного оборудования:

1. Базовый уровень

Простейшие активные реакции фантома на типовые действия (например, загорается лампочка при правильно выполненном непрямом массаже сердца).

2. Реактивный уровень



Автоматизированные реакции манекена на разнообразные внешние воздействия с использованием компьютерных программ.

3. Автоматизированный уровень

Сложные, автоматические реакции с имитацией физиологических параметров (дыхание, кровообращение, метаболизм).

4. Интерактивный уровень

Реалистичные физиологические ответы на введение препаратов, проведение процедур с адаптацией к действиям обучающегося.

5. Гибридные симуляторы

Комбинация симулируемого пациента (актер или манекен) с тренажером для формирования коммуникативных компетенций.

6. Виртуальная реальность (VR)

Полное погружение в цифровую среду с тактильной и визуальной обратной связью.

Высокоточные симуляторы используют математическое моделирование:

- Модели дыхательной системы: воспроизведение петли давления-объема с нормальным распределением времени выполнения задания от 25 до 40 минут
- Кардиоваскулярные модели: имитация артериального давления, пульса, капнографии
- Фармакокинетические модели: расчет реакций на введение медикаментов
- Модели стресса: адаптация параметров под влиянием временного дефицита и непредсказуемости

Согласно классификации Н.И. Вавиловой, виртуальные тренажеры делятся на три группы:

1. Обучающие знаниям тренажеры

- Электронные учебники с мультимедийными средствами
 - Интерактивные анатомические атласы
 - Виртуальные лаборатории для изучения физиологических процессов
- Преимущества: значительное повышение усвояемости учебного материала.

2. Контролирующие тренажеры

- Программы тестирования для проверки теоретических знаний
- Симуляторы допуска к практическим занятиям
- Системы самоподготовки и самоконтроля

Функции: обеспечение безопасности пациентов через предварительную проверку компетенций.

3. Обучающие умениям тренажеры

- Мультимедийные анимационные имитаторы медицинской аппаратуры
 - Хирургические тренажеры с тактильной обратной связью
 - Клинические симуляторы для отработки комплексных навыков
- Особенности: формирование моторных навыков до уровня автоматизма.

Организационно-педагогические условия

Эффективная реализация симуляционного обучения требует:



- Подготовленности преподавателей: специальная подготовка в роли тренера симуляционного обучения
 - Методического обеспечения: разработка учебно-программной документации, сценариев, алгоритмов
 - Образовательной среды: создание симуляционных центров с виртуальными клиниками
 - Диагностического инструментария: инструменты оценки компетенций (ОСКИ)
 - Примеры клинических приложений
 - Акушерство и гинекология
 - Отработка сложных родоразрешений с использованием акушерских щипцов и вакуум-экстракции
 - Симуляция внутриутробных осложнений (гипоксия плода, отслойка плаценты)
 - Проведение операции кесарева сечения на гибридных симуляторах
 - Анестезиология и реаниматология
 - Тренажер TestChest для отработки ИВЛ с реалистичной петлей давления-объема
 - Отработка сердечно-легочной реанимации с манекенами различных уровней реалистичности
 - Симуляция аритмий и остановки кровообращения
 - Хирургия
 - Лапароскопические тренажеры для отработки мануальных навыков
 - Эндоваскулярные симуляторы с системой Force Feedback
 - Отработка базовых хирургических навыков (наложение швов, диссекция)
 - Алгоритм внедрения имитационных технологий
 - 1. Анализ потребностей: выявление критических навыков, требующих тренировки
 - 2. Выбор технологии: определение оптимального уровня реалистичности и типа симулятора
 - 3. Разработка сценариев: создание вариативных клинических кейсов
 - 4. Обучение инструкторов: подготовка преподавателей к работе с новыми технологиями
 - 5. Пилотное тестирование: апробация на небольших группах
 - 6. Внедрение и оценка: массовое использование с мониторингом эффективности
 - Преимущества имитационных технологий
 - Педагогические:
 - Смещение акцента с преподавателя на студента
 - Формирование внутренней мотивации к самообразованию
 - Возможность многократного повторения без риска для пациента
 - Повышение объективности и качества оценки компетенций
 - Экономические:



- Снижение материальных затрат на дорогостоящее оборудование
- Отсутствие затрат на биологические материалы
- Оптимизация рабочего времени клинических преподавателей

Клинические:

- Профилактика медицинских ошибок
- Повышение выживаемости полученных знаний и навыков
- Возможность прогнозирования результатов реальных операций
- Снижение числа осложнений за счет отработки алгоритмов действий

Проблемы и ограничения

Технические:

- Высокая стоимость высокоточных симуляторов
- Требования к технической инфраструктуре
- Необходимость регулярного обновления программного обеспечения

Методологические:

- Опасность закрепления ошибочных навыков при недостаточной квалификации инструктора

- Ограниченность переноса навыков с симулятора на реального пациента
- Недостаточная стандартизация оценочных процедур

Организационные:

- Необходимость специальной подготовки преподавателей
- Сопротивление внедрению новых технологий со стороны традиционно ориентированных клиницистов
- Ограниченность времени учебного плана для глубокой симуляционной тренировки

Технологические тренды

1. Гибридизация симуляторов: объединение физических манекенов с виртуальной реальностью для формирования коммуникативных компетенций

2. Искусственный интеллект: автоматизированная оценка действий обучающихся, адаптация сценариев в реальном времени

3. Мобильные симуляторы: портативные тренажеры для дистанционного обучения

4. Геймификация: внедрение игровых механик для повышения вовлеченности

Методологические инновации

- Разработка универсальных стандартов для оценки компетенций через симуляционные технологии

- Создание банков клинических кейсов с возможностью их адаптации к региональным особенностям

- Интеграция симуляционного обучения в систему непрерывного медицинского образования

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Применение методов и моделей для разработки имитационных образовательных технологий в медицинском симуляционном обучении



представляет собой многоаспектную проблему, требующую синтеза достижений педагогики, медицины, инженерии и информационных технологий. Системный подход к проектированию виртуальных тренажеров, основанный на трёхмерной модели симуляционной деятельности и иерархии уровней реалистичности, позволяет создавать эффективные образовательные среды для формирования практических компетенций.

Основные выводы:

1. Методологическая основа включает мультифазное моделирование (функциональное, информационное, процедурное, математическое) и системный анализ учебных целей.

2. Классификация уровней реалистичности (от базового до VR) позволяет оптимально соотносить тип симулятора с поставленными педагогическими задачами.

3. Практическая эффективность подтверждается данными о снижении врачебных ошибок, повышении объективности аттестации и формировании устойчивых навыков.

4. Перспективы развития связаны с гибридизацией симуляторов, внедрением ИИ и созданием единых стандартов оценки.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку алгоритмов автоматической адаптации сценариев под индивидуальные особенности обучающихся и создание интегрированных платформ для непрерывного профессионального развития медицинских работников.

References:

1. Лопанчук П.А., Гушин А.В., Ануров М.В., Корнеева Е.В. Интеграция симуляционного обучения в медицинское образование и аккредитацию специалистов в РНИМУ им. Н.И. Пирогова // Методология и технология непрерывного профессионального образования. – 2023. – № 4 (16). – С. 39-47. DOI: 10.24075/MTSPRE.2023.020
2. Орлов Ю.В., Адилова Л.А. Роль симуляции в последипломном медицинском образовании по специальности "Акушерство и гинекология" // Дневник казанской медицинской школы. – 2020. – № 1. – С. 50-55. EDN: XMJUMV
3. Мутигуллина А.А., Рябова Т.В. Инновационная технология обучения профессионального самообразования медицинских сестер // Управление устойчивым развитием. – 2020. – № 2. – С. 106-111. EDN: LJLNAI
4. Табатадзе Т.Р., Панжинская Н.Н., Сосновская А.К., Коваленко Е.Р. Технология симуляционного обучения как новая парадигма подготовки кадров для практического здравоохранения // Вестник инновационной медицины. – 2025. – № 1 (спец. выпуск). DOI: 10.23910/2411-9155-2025-1-4315
5. Косаговская И.И., Волчкова Е.В., Пак С.Г. Современные проблемы симуляционного обучения в медицине // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2021. – № 1 (обновленный выпуск). – С. 49-61.



6. Leiphrakpam P.D., Armijo P.R., Are C. Incorporation of Simulation in Graduate Medical Education: Historical Perspectives, Current Status, and Future Directions // Journal of Medical Education and Curricular Development. – 2024. – Vol. 11. DOI: 10.1177/23821205241257329
7. Hood R.J., Maltby S., Keynes A., Kluge M.G. et al. Development and Pilot Implementation of TACTICS VR: A Virtual Reality-Based Stroke Management Workflow Training Application and Training Framework // Frontiers in Neurology. – 2021. – Vol. 12. DOI: 10.3389/fneur.2021.665808
8. Higgins M., Madan C., Patel R. Development and decay of procedural skills in surgery: A systematic review of the effectiveness of simulation-based medical education interventions // The Surgeon. – 2021. – Vol. 19(4). DOI: 10.1016/j.surge.2020.07.013
9. Ali K.Q., Soofi S.B., Hussain A.S., Ansari U. et al. Simulator-based ultrasound training for identification of endotracheal tube placement in a neonatal intensive care unit using point of care ultrasound // BMC Medical Education. – 2020. – Vol. 20(1). DOI: 10.1186/s12909-020-02338-4
10. Cook D.A. et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: A systematic review and meta-analysis // JAMA. – 2022. – Vol. 306(9). DOI: 10.1001/jama.2022.14666
11. Motola I., Devine L.A., Chung H.S., Sullivan J.E., Issenberg S.B. Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82 // Medical Teacher. – 2021. – Vol. 35(8). DOI: 10.1080/0142159X.2021.1945555
12. Miyoshi T., Ino H., Kataoka H., Otsuka F. Effects on postgraduate-year-I residents of simulation-based learning compared to traditional lecture-style education led by postgraduate-year-II residents: a pilot study // BMC Medical Education. – 2019. – Vol. 19(1). DOI: 10.1186/s12909-019-1509-y