СИМУЛЯЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

© С. А. Игнатьев¹, И. В. Таньчева¹, Д. В. Гаврилова²,
М. А. Терехова², К. Л. Вахидова³

¹СГМУ им. В. И. Разумовского, Саратов, Россия

²СГТУ имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия

³ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В статье рассматривается значимость симуляционных технологий в медицинском образовании. Раскрываются современные тенденции развития медицины и требования, предъявляемые к медицинским работникам: качественная медицинская помощь, конкурентноспособность, инновационная мобильность. А также возможности реализации инноваций с применением симуляционных технологий в образовательном процессе.

Ключевые слова: симуляционные технологии, технологии, симуляционное обучение, обучение, симуляционный центр, медицинское образование, качество, врач, студент, преподаватель, тренажер, симулятор.

Государственная политика в сфере образования направлена на обеспечение и развитие национальной системы образования. При этом образование должно носить гуманистический характер, включающее в себя жизнь и здоровье человека.

Каждого человека в течение его жизни сопровождают негативные тенденции, сказывающиеся на его здоровье: неблагоприятная экологическая обстановка, стрессы, постоянные социально-экономические преобразования, проявляющиеся выраженным дефицитом и старением кадров. Стратегической целью в области подготовки медицинских работников является необходимость соответствия учреждений здравоохранения современным требованиям к высококвалифицированным медицинским кадрам, образовательных организаций – к современным быстро меняющимся реалиям с использованием в образовательном процессе симуляционных технологий [1].

В медицине симуляционное обучение начало развиваться в 70-е годы прошлого века. Практическая реализация подготовки студентов-медиков с применением симуляционных технологий в настоящее время является очень важной. В соответствии с приказом Минз-

дравсоцразвития от 15.01.2007 №30 студенты высших и средних медицинских учебных заведений вправе заниматься медицинской деятельностью, если они успешно прошли необходимую теоретическую подготовку и имеют практические навыки, приобретенные на тренажерах.

Для этого необходимо создать педагогические условия для развития фундаментальности и практической направленности образовательных программ [12], а также формирование системы непрерывного образования. Системы повышения квалификации и переподготовки медицинских работников [6].

В зависимости от специализации лечения создаются симуляционные центры для мобилизации совместных усилий образовательных и медицинских организаций. Симуляционный центр является комплексом технических и программных средств, реализующий программу симуляции с максимальной степенью реалистичности (рис. 1). Центры классифицируются по сложности аппаратного и программного обеспечения, по возможности применения разнообразных методов симуляции на специальных манекенах. Для организации образовательного процесса необходимо создать

Рис. 1. Медицинский симуляционный центр

педагогические условия обучения, к примеру, следует учитывать возможности симулятора моделировать те клинические ситуации, которые встречаются в практике. Эффективность обучения зависит от подготовительной организационной работы, осуществляемой в симуляционном центре, от применяемых инновационных технологий цифровой симуляции и моделирования на компьютеризированных манекенах, а также от возможностей автоматизированных рабочих мест.

Симуляционный центр, оснащенный высокотехнологичным оборудованием, представляет собой ценный образовательный ресурс. Эффективность медицинского образования достигается более полным использованием возможностей центра, связанных с повышением качества симуляции и эффективности обратной связи [3]. Важной составляющей для функционирования данного центра является оснащение учебно-методических кабинетов, а также оборудование учебных классов, обучение в которых происходит посредством применения симуляционного оборудования [11]. За счет внедрения инновационных технологий при использовании компьютеризированных манекенов, средств цифровой симуляции и моделирования, а также автоматизированных рабочих мест, можно выделить классификацию

обучения на основе симуляционных технологий:

- визуальный уровень – для наглядной демонстрации техники проведения манипуляций студентом (плакаты, анатомические модели, схемы, простые компьютерные программы);

- тактильный уровень – для развития навыков манипуляции (наложение швов, интубация и т. д.);

- реактивный уровень – для проведения самостоятельного обучения на основе использования специальных манипуляционных упражнений или соответствующего комплекса точечных манипуляций, при этом встроенный контроллер сигнализирует о правильности и точности проведения манипуляционных упражнений (рис. 2);

- автоматизированный уровень – для развития у обучающихся умения работать в команде с помощью более опытных наставников, причем их совместная деятельность позволяет научиться студенту, рассматривать себя как часть единого целого коллектива, в процессе выполнения определенных действий (у каждого индивидуальная) до автоматизма [13]. В этом случае применяемые симуляторы должны иметь достаточно сложные программируе-

мые реакции на внешние воздействия, близкие к реальным, и кроме того, иметь более точный контроль качества проводимых манипуляционных действий посредством компьютера и видеосистем;

- аппаратный уровень направлен на реализацию моделирования работы всего медицинского подразделения, например, палаты интенсивной терапии, операционной и т.п., причем возможно использование реальной медицинской техники или ее имитации;

- интерактивный уровень предназначен для выполнения достаточно сложного взаимодействия обучающихся, роботизированного симулятора пациента и медицинского оборудования, причем имеется возможность изменять у симулятора показатели жизненно важных функций как реакцию на внешние воздействия;

- интегрированный уровень осуществляет сопоставление изменений значений жизненно важных показателей и диагностических, полученных хирургических систем при демонстрации [10].

Преимущества симуляционного тренинга [2]:

- 1) отсутствие риска для здоровья потенциального пациента;
- 2) развитие мастерства;
- 3) неограниченная возможность отработки навыка;
- 4) отработка действий при нестандартных и критических клинических ситуациях;
- 5) выведение результата работы в режиме онлайн и в форме письменного заключения;

- 6) постоянное совершенствование основных навыков, работа над ошибками для улучшения результатов;

- 7) снижение уровня стресса при первых самостоятельных манипуляциях;

- 8) виртуальный тренажер берет на себя часть функций преподавателя.

В процессе обучения применение симуляционных технологий позволяет студентам неоднократно повторять конкретные действия, что способствует проявлению уверенности выполнения и ликвидации возможных ошибок. В результате данной методики образовательный процесс будет более продуктивным, ведь преподаватель, объясняя теорию, сразу показывает на практике, тем самым у студента развиваются как знания, умения, навыки, так и профессиональное мастерство [7].

Рассмотрим симуляционную систему отработки практических навыков врача-диагноста. Наибольшую реалистичность воссоздания как рядовых, так и нестандартных клинических ситуаций, имеют симуляционные системы. В частности, одна из таких систем – симуляция автоматизированного рабочего места врача-диагноста.

Симуляция автоматизированного рабочего места врача-диагноста, построенная на основе Комплекса Аппаратно-программного (КАП) «Гамма Мультивокс», предназначена для работы с медицинскими изображениями, получаемыми с сервера базы данных «Гамма Мультивокс С». На основной сервер поступают изображения от диагностических аппаратов,

Рис. 2. Фантом кисти руки с предплечьем для наложения и снятия швов, обработки ожогов и ран

Рис. 3. Схема организации медицинской IT-системы

имеющих цифровой интерфейс в стандарте DICOM v. 3.0 (рис. 3). В случае наличия у диагностического аппарата аналогового видеовыхода, изображения заносятся непосредственно в АРМ «Гамма Мультивокс» с помощью модуля ввода изображений и далее передаются на сервер в цифровом формате [5].

Определим возможные варианты АРМ врачей-диагностов:

1. АРМ врача компьютерной томографии (КТ), включающее шаблоны протоколов и номенклатурные словари по данной специальности.
2. АРМ врача магнитно-резонансной томографии (МРТ), включающее шаблоны протоколов и словари по данной специальности.
3. АРМ врача ультразвуковой (УЗ) диагностики, включающее шаблоны протоколов и словари по данной специальности.
4. АРМ врача по радиоизотопной диагностике, включающее шаблоны протоколов и словари врача-специалиста по радиоизотопной диагностике.

5. АРМ руководителя службы лучевой диагностики, позволяющее контролировать правильность протоколов и заключений с обеспечением автоматизированного составления статистических отчетов.

6. Мультимодальное представление изображений – представление на экране компьютера множества изображений, полученных при различных видах обследований, позволяет выполнять комплексный анализ и создает основу для точной и качественной диагностики. Визуализация конкретных изображений и серий изображений в режимах покадрового разбиения изображений, при выборе частоты кадров до 80 кадров/сек, импорте/экспорте изображений в форматах BMP, TIFF, JPEG, мультипланарного представления с помощью множества окон-вкладок, размещенных на экране по установленной пользователем схеме оформления.

7. Помимо вышеперечисленного данная система обладает функцией визуализации 3-мерных изображений в режиме реального времени с минимизированным числом задержек:

- просмотр различных ортогональных сечений 3-мерного массива;
- изометрическая проекция 3D-изображения на плоскость экрана в градациях серого, наложении цветного свечения с использованием метода проекции максимальной интенсивности;
- изометрическая проекция сегментированных объектов в псевдоцветах с возможностью включения/выключения конкретных объектов и возможностью наложения необходимых текстуры и подсветок;
- сечение на изометрической проекции, дающее возможность просматривать внутреннюю структуру 3D-массива;
- изометрическая проекция совмещённых ортогональных сечений 3D-изображения с наложением сегментированных объектов;
- произвольные косые/боковые сечения 3D-изображения с индикацией их точного положения на ортогональных сечениях;
- построение визуализированного фильма, показывающего вращение 3-мерного серошкального изображения (рис. 4) и сегментированных объектов;
- точное измерение объемов сегментированных объектов.

Перечислим виды доступных ультразвуковых исследований:

- ТЭЕ – транsezофагеальная эхокардиография;
- ТТЕ – трансторакальная эхокардиография;

- FAST –ургентная сонография при травме;
- ABDOMEN – ультразвуковое исследование органов брюшной полости;
- WOMEN – ультразвуковая диагностика в акушерстве.

В библиотеке учебных модулей данного виртуального симулятора имеется более 100 вариантов патологических состояний, сгруппированных в специализированные комплекты программ:

- Пакет ультразвуковой диагностики патологий сердца 1.
- Пакет ультразвуковой диагностики патологий сердца 2.
- Пакет ультразвуковой диагностики патологий сердца 3.
- Пакет ультразвуковой диагностики патологий сердца 4.
- Пакет «Сердечные патологии».
- Пакет для абдоминального ультразвукового исследования 1.
- Пакет для абдоминального ультразвукового исследования 2.
- Пакет для абдоминального ультразвукового исследования 3.
- Пакет для абдоминального ультразвукового исследования 4.
- Пакет патологий для фокусированной ультразвуковой диагностики при травмах.

Качественные особенности симулятора:

- Три УЗ-датчика, в том числе для транsezофагеальной эхокардиографии.

Рис. 4. 3-мерные серошкальные изображения

Рис. 5. Симуляция работы медицинского оборудования

- Симуляция УЗ-изображения в В- и М-режимах.
- Симуляция цветовыделенного Доплер-режима.
- Внутренняя библиотека содержит более 12 учебных пакетов.
- Параллельно с ультразвуковыми изображениями могут создаваться 3-мерные модели исследуемых анатомических структур.
- Манекен представляет собой торс взрослого человека, имеет голову, у него пальпируются грудина, ребра, вдавливается брюшная стенка.
- Отдельный манекен для модуля гинекологии и акушерства.
- Симулятор совмещён с проектом дистанционного интернет-обучения ультразвуковой диагностики.

Учебные циклы симулятора ВАЙМЕДИКС (рис. 5) официально признаны многими профессиональными медицинскими сообществами, в т. ч. Американской Медицинской Ассоциацией (США) и Королевским Колледжем Врачей (Великобритания).

Переносимость информационных систем характеризуется степенью, с которой студенты

могут применить свои когнитивные, психомоторные и эмоциональные познания в клинических условиях. Способность медицинских работников применять полученные вне работы навыки и знания к клиническим проблемам, возникающим на рабочем месте, отчасти зависит от характера медицинского образования. Обучение, основанное на технологиях симуляции, можно сказать, одна из единственных методик, приближающаяся к производственной модели обучения [4]. Реалистичность моделируемых условий является одним из факторов, влияющих на понимание совокупности полученных когнитивных, психомоторных и эмоциональных знаний на рабочем месте.

В контексте оценки, обоснованности применения методик измеряется мера соответствия методик и полученных результатов исследования измеряется валидностью. В отношении симуляционных технологий под валидностью подразумевается способность преподавателя задействовать высшие когнитивные, психомоторные и эмоциональные умения настолько, насколько это ожидается при помощи достигаемой степени реалистичности [8].

Таким образом, развитие медицинского образования и здравоохранения во многом зависит от эффективности подготовки специалистов: оказание качественной медицинской помощи, формирование конкурентоспособного специалиста посредством инновационной мобильности студентов и будущих медицинских работников, и конечно реализация инноваций с применением симуляционных технологий в образовательном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белялова М. А., Борисов Ю. Ю., Ананич В. А. Менеджмент в педагогике: инновационность и перспективность современных образовательных систем // Международный журнал экспериментального образования. 2014. №4. С. 50-52.
2. Болотова А. В. Симуляция как признак профессионализма. URL: fomm.prid-nestrovie.com/topic/?id=10124.
3. Борисов Ю. Ю. Рейтинговая оценка качества практической подготовки бакалавров сестринского дела // Международный журнал экспериментального образования. 2014. №4. С. 64-67.
4. Борисов Ю. Ю., Беркун А. В. Инновационные технологии обучения в системе подготовки бакалавров сестринского дела // Международный журнал экспериментального образования. 2013. №4. С. 56-58.
5. Игнатьев С. А., Слесарев С. В., Федюков С. В., Терехова М. А. Вопросы использования информационных технологий в высших учебных заведениях // Инженерный вестник Дона: электронный журнал. 2018. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5171.
6. Глыбочко В. В. Непрерывное образование врачей: опыт внедрения инновационных технологий // Медицинское образование и вузовская наука. 2014. №1. С. 5-7.
7. Игнатьев С. А., Клоктунова Н. А., Слесарев С. В., Федюков С. В., Терехова М. А. Актуальные экономические вопросы дидактического обеспечения информатизации образования // Инженерный вестник Дона: электронный журнал. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5494.
8. Игнатьев С. А., Слесарев С. В., Федюков С. В., Терехова М. А. Актуальные вопросы применения информационных технологий в высших учебных заведениях // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сб. ст. междунар. конф. Пенза: ПДЗ, 2018. С. 137-141.
9. Игнатьев С. А., Слесарев С. В., Федюков С. В., Терехова М. А. Экономические аспекты информатизации образовательных технологий // Наука и инновации: исследование и достижения: сб. ст. междунар. конф. Пенза: ПДЗ, 2019. С. 23-28.
10. Колосова Е. С. Симуляционная технология обучения в неотложной кардиологии URL: cto03.ru/tehnolog.html.
11. Муравьев К. А., Ходжаян А. Б., Рой С. В. Симуляционное обучение в медицинском образовании – переломный момент // Фундаментальные исследования. 2011. №10. С. 534-537.
12. Таньчева И. В. Коммуникативное взаимодействие в обучении // Язык – коммуникация – образование: методология исследования и практика преподавания: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. Е. Ю. Балашовой. М., 2017. С. 157-160.
13. Таньчева И. В. Педагогическое сопровождение подростка посредством применения индивидуальной творчески ориентированной образовательной траектории в художественной деятельности // Мир науки, культуры, образования. 2014. №2 (45). С. 181-182.
14. Fedjukov S. V. Peculiarities of formation, accumulation and development of human resources in contemporary economic conditions/ Fedjukov S. V., Sheshneva I. V., Rodionova T. V. // Modern European Researches. 2018. №4. С. 58-62.

SIMULATION TECHNOLOGIES IN MEDICAL EDUCATION

© S. A. Ignatiev, I. V. Tancheva, D. V. Gavrilova, M. A. Terekhova, K. L. Vakhidova

SSMU named after IN AND. Razumovsky, Saratov, Russia

SSTU named after Gagarin Yu. A., Saratov, Russia

GSOTU named after acad. M. D. Millionschikov, Grozny, Russia

The article discusses the importance of simulation technologies in medical education. The modern trends in the development of medicine and the requirements for medical professionals are revealed: high-quality medical care, competitiveness, innovative mobility. As well as the possibility of implementing innovations using simulation technologies in the educational process.

Keywords: simulation technologies, technologies, simulation training, training, simulation center, medical education, quality, doctor, student, teacher, simulator, simulator.

REFERENCES

1. Belyalova, M. A., Borisov, Yu. Yu. and Ananich, V. A. (2014) 'Menedzhment v pedagogike: innovatsionnost' i perspektivnost' sovremennykh obrazovatel'nykh system'. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. [Management in pedagogy: innovativeness and prospects of modern educational systems. International Journal of Experimental Education]. №4. pp. 50-52.
2. Bolotova, A.V. Simulyatsiya kak priznak professionalizma. [Simulation as a sign of professionalism]. Available at: fomm.prid-nestrovie.com/topic/?id=10124.
3. Borisov, Yu. Yu. (2014) 'Reitingovaya otsenka kachestva prakticheskoi podgotovki bakalavrov sestrinskogo dela'. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. [Rating assessment of the quality of practical training of bachelors in nursing. International Journal of Experimental Education]. №4. pp. 64-67.
4. Borisov, Yu. Yu. and Berkun, A. V. 'Innovatsionnye tekhnologii obucheniya v sisteme podgotovki bakalavrov sestrinskogo dela'. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. [Innovative teaching technologies in the system of training bachelors in nursing. International Journal of Experimental Education]. №4. pp. 56-58.
5. Ignat'ev, S. A., Slesarev, S. V., Fedyukov, S. V. and Terekhova, M. A. (2018) 'Voprosy ispol'zovaniya informatsionnykh tekhnologii v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh'. *Inzhenernyi vestnik Dona: elektronnyi zhurnal*. [Issues of the use of information technology in higher education. Engineering Bulletin of the Don: electronic journal]. №3. Available at: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2018/5171.
6. Glybochko, V. V. (2014) 'Nepriyemnoe obrazovanie vrachei: opyt vnedreniya innovatsionnykh tekhnologii'. *Meditsinskoe obrazovanie i vuzovskaya nauka*. [Continuing education of doctors: experience in implementing innovative technologies // Medical Education and University Science]. №1. pp. 5-7.
7. Ignat'ev, S. A., Kloktunova, N. A., Slesarev, S. V., Fedyukov, S. V. and Terekhova, M. A. (2019) 'Aktual'nye ekonomicheskie voprosy didakticheskogo obespecheniya informatizatsii obrazovaniya'. *Inzhenernyi vestnik Dona: elektronnyi zhurnal*. [Actual economic issues of didactic support of education informatization. Engineering Bulletin of the Don: electronic journal]. №1. Available at: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2019/5494.
8. Ignat'ev, S. A., Slesarev, S. V., Fedyukov, S. V. and Terekhova, M. A. (2018) 'Aktual'nye voprosy primeneniya informatsionnykh tekhnologii v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh'. *Problemy informatiki v obrazovanii, upravlenii, ekonomike i tekhnike: sb. st. mezhdunar. konf.* [Actual issues of the application of information technology in higher education. Problems of informatics

- in education, management, economics and technology: Sat. international conference] Penza: PDZ. pp. 137-141.
9. Ignat'ev, S. A., Slesarev, S. V., Fedyukov, S. V. and Terekhova, M. A. (2019) 'Ekonomicheskie aspekty informatizatsii obrazovatel'nykh tekhnologii'. *Nauka i innovatsii: issledovanie i dostizheniya: sb. st. mezhdunar. konf.* [Economic aspects of the informatization of educational technologies. Science and Innovation: Research and Achievements: Sat. Art. international conference]. Penza: PDZ. pp. 23-28.
 10. Kolosova, E. S. 'Simulyatsionnaya tekhnologiya obucheniya v neotlozhnoi kardiologii' [Simulation training technology in emergency cardiology]. Available at: ci-to03.ru/tehnolog.html.
 11. Murav'ev, K. A., Khodzhayan, A. B. and Roi, S. V. (2011) 'Simulyatsionnoe obuchenie v meditsinskom obrazovanii – perelomnyi moment'. *Fundamental'nye issledovaniya*. [Simulation training in medical education – a turning point. Fundamental research]. № 10. pp. 534-537.
 12. Tan'cheva I. V. (2017) 'Kommunikativnoe vzaimodeistvie v obuchenii'. *V sbornike: Yazyk – kommunikatsiya – obrazovanie: metodologiya issledovaniya i praktika prepodavaniya Sbornik nauchnykh trudov po materialam I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Pod redaktsiei E. Yu. Balashovoi*. [Communicative interaction in training // In the collection: Language – Communication – Education: research methodology and teaching practice. Collection of scientific papers based on the materials of the 1st All-Russian Scientific and Practical Conference. In E. Yu. Balashova (ed)]. pp. 157-160.
 13. Tan'cheva I. V. (2014) 'Pedagogicheskoe soprovozhdenie podrostka posredstvom primeneniya individual'noi tvorcheski-orientirovannoi obrazovatel'noi traektorii v khudozhestvennoi deyatel'nosti'. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. [The pedagogical support of a teenager through the use of an individual creatively-oriented educational trajectory in artistic activity. World of Science, Culture, Education]. № 2 (45). pp. 181-182.
 14. Fedjukov, S. V., Sheshneva, I. V. and Rodionova, T. V. (2018) 'Peculiarities of formation, accumulation and development of human resources in contemporary economic conditions'. *Modern European Researches*. № 4. pp. 58-62.