

В. И. Филимонов, Ю. В. Новиков, В. В. Гагарин, А. Ф. Кочергин, М. Н. Абакишина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии (зав. — проф. В. И. Филимонов), ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава РФ

Человечество стоит на пороге четвёртой индустриальной революции, прогнозируемого события, которое будет сопровождаться массовым внедрением киберфизических систем в производство. Основным драйвером её развития считаются технологии больших данных, квантовых вычислений, роботизации, в том числе виртуальной и дополненной реальности. Технологии дополненной и виртуальной реальности могут лечь в основу новой вычислительной платформы.

В настоящее время виртуальная реальность (VR) рассматривается как источник технологических возможностей в образовании и медицине [1, 3, 4]. Согласно графику цикла зрелости технологий, показывающему уровень ожиданий пользователей, VR успела пройти «пропасть разочарования» и находится на стадии «склон просвещения», у неё формируется стабильная аудитория, разработчики приступают к коммерческому внедрению и активно ищут решения существующих проблем [2]. Прогнозируемое массовое внедрение технологии VR ожидается в 2020–2023 г. Возможно, устройства VR вскоре станут также популярны и функциональны, как мобильные телефоны.

Цифровая революция, начавшаяся с массового использования персональных компьютеров и Интернета, меняет сознание обучающихся и ставит новые задачи использования современных цифровых подходов в преподавании [3]. Вместе с тем, применительно к анатомии методы, способы и технологии обучения в большинстве своём остаются такими же, как и многие десятилетия назад. В основе средств обучения сохраняются материальные объекты: демонстрационно-учебные мышечный и нервно-сосудистый трупы, музейные препараты, влажные фиксированные органы или сегменты тела, анатомические таблицы, лекции и учебники,

другие средства настольно-печатного презентирования содержания образования. Им присущи, как физическим объектам, определённые ограничения: территориальная привязанность, низкая мобильность, ограниченный срок эксплуатации, следовательно, высокие амортизационные расходы, временная затратность и дороговизна [8].

Термин «виртуальная реальность» ввёл в обиход в 1989 г. Джарон Ланье (Jaron Lanier). VR — созданный техническими средствами искусственный мир — иллюзия реальности. Компьютерные системы, воспроизводя свойства и поведение объектов реального мира, обеспечивают не только созерцание, но и взаимодействие с новым миром, контакт с объектами VR. Специальная графика, видеоизображение и стереозвук придают реальность цифровой иллюзии. Современные технологии VR основаны на использовании средств программирования, работают с трёхмерными анимационными объектами, взаимодействуют с субъектом в реальном времени, создают эффект погружения, ощущение реалистичности [3]. В человеческом мозге нейроны реагируют на виртуальные элементы так же, как и на элементы реального мира. Конкурируя и вытесняя реальные ощущения, VR имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Компьютерный синтез свойств и реакций VR, производимый в реальном времени, свойства виртуальных объектов, близкие к реальным, придают ощущениям убедительность. Поэтому человек воспринимает виртуальную среду и реагирует на происходящие внутри виртуального мира события точно так же, как на имеющие место в реальности. При этом форм-фактор систем, т.е. способ отражения, не является отличительным признаком реального и виртуального: экран монито-

Сведения об авторах:

Филимонов Владимир Иванович (e-mail: filbob@mail.ru), Новиков Юрий Васильевич, Гагарин Владимир Васильевич, Кочергин Андрей Фёдорович, Абакишина Мария Николаевна, кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, 150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5

ра с равным успехом может отражать и реальный, и виртуальный мир.

Эволюция систем ВР идёт по пути все более «реалистичного» погружения в новый искусственный мир, уменьшения различий между действительной и виртуальной реальностью [8, 9]. Достигается это путём одновременного воздействия на различные органы чувств. В системах ВР (специальные шлемы, очки) улучшаются формирование и вывод изображения, создаётся иллюзия объёмности объекта. Многоканальные акустические системы позволяют пользователю ориентироваться в виртуальном мире с помощью слуха. Тактильный отклик при взаимодействии с объектами ВР используется для отработки практических навыков в медицине [5]. Имитация тактильных или осязательных ощущений нашла своё применение в устройствах с обратной связью, используемых в медицинских тренажёрах, в дистанционном управлении роботами.

В перспективе появление систем, воздействующих не только на органы чувств или непосредственно рецепторный аппарат, но и на проводящие пути и корковый конец анализатора. Технологии прямого подключения к головному мозгу через мозговые интерфейсы уже нашли применение для замены утраченных чувствительных способностей.

В образовании ВР используется в качестве особого информационного пространства от среды Интернет до технологий иммерсивных трёхмерных систем ВР [4, 7–9]. Вероятно, первой технологией ВР был кинематограф. Технология учебных фильмов и сейчас активно используется в образовательном процессе. Интересным видится создание виртуального музея-библиотеки, представляющего систематизированную и каталогизированную базу данных, содержащую оцифрованные текстовые и графические материалы, интерактивные обучающие курсы. Такая работа проводится в рамках создания вузовской электронной информационно-образовательной среды. Первым российским прототипом подобной анатомической базы данных можно считать интернет-ресурс «Анатомия живого человека. Русскоязычные материалы к дистанционному изучению анатомии живого человека», разработанный в рамках проекта РФФИ (грант № 01-07-90234) [10], до сих пор доступный по адресу: <http://gw.yma.ac.ru/anatomy/ind.html> (дата обращения 28.03.2019 г.). Вместе с тем, современные технические возможности гораздо шире.

Стремительное удешевление вычислительных мощностей и элементной базы компьютеров, резкий рост рынка мобильных устройств

и приложений способствуют массовому распространению технологий ВР. Предполагается [7], что использование технологий ВР позволит резко снизить амортизационные расходы на средства обучения, заглянуть внутрь «виртуального» тела живого человека, что в работе с пациентом просто незаменимо. Это улучшит постановку правильного диагноза, позволит заранее отработать технику операции у конкретного пациента, в этом смысле наглядно представить неизвестное и невидимое. С помощью «виртуального кукловождения» оператор робота-хирурга может дистанционно перенести оптимальный виртуальный результат на живого человека, как вариант дистанционного оказания медицинской помощи. Необходимо признать, сегодня реальные технологии едва справляются с созданием виртуальных миров, но все меняется.

Все чаще ВР рассматривают в рамках континуума гибридного мира. Концепция смешанной реальности («континуум реальности— виртуальности») является достаточно молодой. Её впервые описали в 1994 г. [11]. Смешанная реальность определена как система, в которой объекты реального и виртуального миров сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени, в рамках виртуального континуума. Крайними вариантами модели авторы выделили полную реальность — привычный мир, который нас окружает, и ВР — цифровой мир, полностью созданный с помощью современных компьютерных технологий. Промежуточными звеньями в этой модели являются дополненная реальность — реальный мир, который «дополняется» виртуальными элементами и сенсорными данными, и дополненная виртуальность — виртуальный мир, который «дополняется» физическими элементами реального мира.

Можно ли использовать технологии ВР в образовательной деятельности? В целом, вопрос риторический, если Интернет, коммуникация в социальных сетях, создание электронно-информационной образовательной среды — есть свершившийся факт.

Несмотря на высокие темпы развития, прогнозируемые экспертами, рынок средств ВР достаточно молод и только начинает развиваться. Любые новшества встречаются настороженно, особенно в такой консервативной дисциплине, как анатомия. Насколько это оправдано? Возникает больше вопросов: от технических «как создать?» до методических «как применять?».

Интерактивный анатомический стол «Пирогов» — единственная на данный момент российская разработка. Стол состоит из аппаратной части (мощный компьютер, плазменная

панель с тактильным управлением) и программного обеспечения, реализующего функциональность и контент. Стол, представляя уникальный по своему анатомическому, топографическому и клиническому наполнению 3D-атлас анатомии человеческого тела, включает оригинальные и пионерские технические решения трёхмерного представления тела человека, не имеющие аналогов в мировой практике [6].

Имея опыт эксплуатации анатомического стола «Пирогов», мы можем высказать мнение о преимуществах и недостатках этой технологии VR, определить организационно-педагогические условия его эффективного использования для совершенствования преподавания топографической анатомии.

Мировой тренд в преподавании топографической анатомии состоит в дополнении традиционных подходов (использование анатомических таблиц, препарирование трупа) современными приёмами передачи информации: расширение доступности электронных библиотек, анатомических баз данных, появление совершенных анатомических симуляторов, моделирующих структуры тела человека по системному и топографическому принципу с возможностью построения плоскостных проекций и объёмных трёхмерных моделей тела [12, 13].

Известно, что использование трупного материала в учебных целях ограничено юридическими, организационными и финансовыми трудностями. Существующий оборот учебного трупного материала крайне низок и недостаточен для полноценного обучения. Приобретение, транспортировка, фиксация, хранение, препарирование требуют затрат, зачастую неподъёмных для вузов, делая этот вид средств обучения экономически неперспективным. В плюсе — непосредственная контактная работа с натуральным биологическим материалом. Пока никакая VR не может дать ощущений натурального биоматериала. Навыки практического анатомического препарирования представляют особый самостоятельный интерес для отработки оперативных доступов и приёмов на биологических моделях.

Анализ обучения с использованием стола «Пирогов» позволяет выделить следующие основные достоинства средств VR:

1) наглядность — специальная трёхмерная графика позволяет выстроить разный масштаб изучения (макроскопический и микроскопический) и разную детализацию объекта, при этом степень наглядности определяется глубиной прорисовки текстур;

2) универсальность — наглядное и объёмное представление любой области, системы, органа, любых труднодоступных для препарирования объектов; различные приёмы диссекции, выделение, возврат удалённых структур, возврат в исходное состояние;

3) многофункциональность — расширение использования атласа за счёт встроенных «всплывающих» справочников; возможность фиксации сцен, проведения тестирования;

4) безопасность и экологичность — использование VR не требует специальных техник фиксации биоматериала и связанных с ними ограничений;

5) погружение — активное вовлечение в обучение за счёт интерактивности; компьютер позволяет реализовать любой сценарий образовательной технологии;

6) встраиваемость в образование — может дополнять или полностью замещать традиционный поход.

Очевидно, что современные средства VR радикально преобразуют принцип наглядного содержания образования, особенно необходимый в анатомии. Создаётся подобие реальных объектов. Причём универсальность и многофункциональность виртуальных объектов могут дать обучающемуся больший жизненный опыт в восприятии, в осуществлении действий.

Выявленные при эксплуатации стола недостатки условно поделили на группы: аппаратные средства, программное обеспечение, контент-содержание, безопасность.

Аппаратное обеспечение — пространственная ограниченность при перемещении (немобильность); высокая стоимость. Контент — недостаточно профессионально разработанный контент: отсутствие возрастных моделей, неточности обозначений, ошибки при переносе реальных объектов в виртуальный мир; недостаточная детализация, схематичность некоторых органов и областей; технические ограничения. Безопасность — беззащитность перед вредоносными программами. Программное обеспечение — недостатки графики; отсутствие непосредственной совместности с мобильными платформами и интеграции с программами медицинской визуализации; отсутствие сетевых решений, отсутствие мобильных решений.

Использование технологий VR в качестве полноценного учебного оборудования, конкурирующего с традиционными подходами, предполагает наличие обучающих программ. Имея сценарий, жёсткий алгоритм действий, обучающая программа выступает в роли образовательной тех-

нологии. Обучающие программы в настоящей виртуальной среде являются средством формирования мышления и обучения личности, способствуют познавательной мотивации и оптимальных психических состояний личности [7]. В их отсутствие только преподаватель может транслировать знания обучающемуся. Отсутствие у рассматриваемых средств VR обучающих сценариев, соответствующих дидактическим единицам рабочей программы дисциплины, слабая проработанность реализации и применения вызывает педагогическую настороженность и низкую эффективность внедрения. Как способ передачи и усвоения знаний путём взаимодействия субъектов учебно-воспитательного процесса, технологии VR предъявляют высокие требования к преподавательскому составу, без их активной компетентной позиции внедрить новые технологии не удастся.

Можно предположить, что появление версий для мобильных устройств и сетевого программного обеспечения расширит средства VR: даст возможность получать знания и навыки независимо от места и времени. Комфортными и привычными станут условия обучения для людей с ограниченными физическими возможностями, появится возможность самообучения. Интеграция с программами медицинской визуализации сделает реальным более раннюю адаптацию обучающихся к новым формам представления тела живого человека.

Введение компьютеризации и автоматизации обучения трансформирует качество учебного материала, содержания образования. VR даёт ощущения, подобные получению реального перцептивного опыта, что является основой обучения. Очевидно, новые технологии расширяют границы принципов наглядности и доступности, связи обучения с жизнью, усиливают эмоциональное воздействие. В то же время, цифровые технологии снимают многие традиционные проблемы анатомических кафедр. Существующие компьютерные анатомические столы создают полную иллюзию размеров, цвета, текстуры тканей и органов. Встроенные программные приложения позволяют «анатомировать» по системному принципу, выделяя элементы одной системной группы; по топографическому принципу, послойно «анатомируя» тело. Виртуальной модели несвойственны трудности использования натурального препарата: цифровая модель не токсична, не «стареет» и не портится от эксплуатации, легко восстанавливается в начальное состояние. Кроме базовых возможностей изучения анатомии, отражающих принципы разложения тела, виртуальный подход более уни-

версален: позволяет объединять элементы, выделять органы из окружающих тканей и на срезах.

Вместе с тем, главными факторами, препятствующими массовому распространению технологий, являются высокая стоимость и сложность внедрения, что в сочетании с недостатками специализированного контента и несовершенством устройств и их неочевидная польза вызывает сопротивление внедрению технологий со стороны руководства и педагогов.

Таким образом, созданные средства VR имеют высокий потенциал стимулирующего влияния на совершенствование преподавания топографической анатомии. Сегодня средства VR не могут полностью заменить преподавание и преподавателя, их целесообразно использовать для дополнительного образования, а также для тренинга профессиональных навыков. С увеличением реалистичности, повышением профессионализма контента будет усиливаться развивающий эффект дидактических программ в системах VR.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елесин С.С., Фещенко А.В. Виртуальная реальность в образовании: сомнения и надежды // Гуманитарная информатика. 2016. Вып. 10. С. 109–114 [Elesin S. S., Feshchenko A. V. Virtual Reality In Education: The Doubts And Hopes // Gumanitarnaya informatika. 2016. Issue 10. P. 109–114. In Russ.].
2. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 3 (106). С. 88–107 [Ivanova A. V. Technologies of virtual and augmented reality: opportunities and obstacles of application // Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment. 2018. № 3 (106). P. 88–107. In Russ.].
3. Колсанов А.В., Иванова В.Д., Гелашвили О.А., Воронин А.С., Назарян А.К. Цифровизация процесса преподавания морфологических дисциплин // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. С. 30 [Kolsanov A. V., Ivanova V. D., Gelashvili O. A., Voronin A. S., Nazaryan A. K. The Digitalization Of The Teaching Of Morphological Disciplines // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya 2018. № 5. P. 30. In Russ.].
4. Колсанов А.В., Назарян А.К., Яремин Б.И., Шорохов Е.С., Мурушиди М.Ю., Буканов В.О., Воронин А.С. Виртуальные технологии в клинической анатомии человека: новая эра морфологической науки и практики // Морфологические ведомости. 2012. № 3. С. 30–34 [Kolsanov A. V., Nazaryan A. K., Yaremin B. I., Shorohov E. S., Murushidi M. Yu., Bukanov V. O., Voronin A. S. Virtual Technologies In Human Clinical Anatomy: A New Era Of MorphologicaScience And Practice // Morfologicheskie vedomosti. 2012. № 3. P. 30–34. In Russ.].
5. Котельников Г.П., Колсанов А.В., Иванова В.Д., Яремин Б.И., Чаплыгин С.С., Назарян А.К. Новые методологические подходы в анализе и синтезе морфологических данных (anatomia in silico) // Морфология. 2017. Т. 152, вып. 4. С. 74–78 [Kotel'nikov G. P., Kolsanov A. V., Ivanova V. D.,

- Yaremin B.I., Chaplygin S.S., Nazaryan A.K. New methodological approaches in the analysis and synthesis of morphological data (anatomia in silico) // *Morfologiya*. 2017. Vol. 152, № 4. P. 74–78. In Russ.].
6. Рубан Е.О. Новое поколение учебного оборудования // *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. 2017. Т. 1, № 1. С. 53–58 [Ruban E.O. New generation educational equipment // *Operativnaya hirurgiya i klinicheskaya anatomiya (Pirogovskii nauchnyi zhurnal)*. 2017. Vol. 1, № 1. P. 53–58. In Russ.].
7. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // *Образовательные технологии и общество*. 2014. Т. 17, № 3. С. 378–391 [Selivanov V.V., Selivanova L.N. Virtual reality as method and tutorial // *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*. 2014. Vol. 17, № 3. P. 378–391. In Russ.].
8. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // *Наука и школа*. 2018. № 4. С. 108–117 [Uvarov A.Yu. Virtual Reality Technologies In Education // *Nauka i shkola*. 2018. № 4. P. 108–117. In Russ.].
9. Фещенко А.В., Бахарева В.А., Захарова У.С., Сербин В.А. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательной среде вуза // *Открытое и дистанционное образование*. 2015. № 4(60). С. 12–20 [Feshchenko A.V., Bakharova V.A., Zakharova U.S., Serbin V.A. Technologies of virtual and augmented reality in the educational environment of higher education institution // *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie*. 2015. № 4 (60). P. 12–20. In Russ.].
10. Шилкин В.В., Филимонов В.И., Филимонова Ю.В. Анатомия живого человека. Материалы к дистанционному изучению анатомии человека в высших учебных заведениях // Свидетельство Роспатента об официальной регистрации базы данных № 2004620045 от 13.02.2004 [Shilkin V.V., Filimonov V.I., Filimonova Yu.V. Anatomy of alive human. Materials for distant learning of Human Anatomy in higher educational institutions // Certificate of Rospatent on official registration of database No. 2004620045 of 13.02.2004.].
11. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays // *IEICE Transactions on Information and Systems*. 1994. Vol. E77-D, № 12. P. 1321–1329.
12. Spitzer V.M. The Visible Human dataset: The anatomical platform for human simulation // *Anat. Rec. (New Anat)*. 2010. Vol. 6, № 2/15. P. 345–356.
13. Trelease R.B. The virtual anatomy practical: A stereoscopic 3D interactive multimedia computer examination program // *Clin. Anat*. 2011. Vol. 8, № 6/55. P. 65–76.