

**ОБУЧЕНИЯ НАВЫКАМ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ НА VR-СИМУЛЯТОРЕ EYESI****Исламов З. С.<sup>1</sup>, Максудова З. Р.<sup>2</sup>, Ташматов З. А.<sup>3</sup>, Исламов Ж. З.<sup>4</sup>**

1. Доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии Ташкентский педиатрический медицинский институт. [dr\\_islamov@yahoo.com](mailto:dr_islamov@yahoo.com), +99890 935 16 20, <https://orcid.org/0000-0002-7004-7141>
2. Кандидат медицинских наук, директор. клиника доктора Максудовой, [maksudova.zulfiya777@gmail.com](mailto:maksudova.zulfiya777@gmail.com), +998 98 303 07 70, <https://orcid.org/0009-0002-1801-4593>
3. Офтальмолог, Клиника доктора Максудовой, [dr.tashmatov@mail.ru](mailto:dr.tashmatov@mail.ru), +998 97 73 73 92, <https://orcid.org/0009-0008-8062-4222>
4. Офтальмолог, кафедра Офтальмологии, Ташкентский педиатрический медицинский институт, [@gmail.com](mailto:islamov.dr@gmail.com), +998 94 804 55 70, <https://orcid.org/0000-0001-8888-7885>

**Аннотация. Актуальность.** Моделирование – важный элемент профессиональной подготовки в современной медицине. **Цель исследования.** Это исследование направлено на анализ использования симулятора виртуальной реальности в офтальмологии для обучения процессу факоэмульсификации катаракты. **Материалы и методы.** Курсы повышения квалификации прошли 20 офтальмологов. Обучение включает в себя теоретические знания и практические упражнения. Практическая часть состоит из упражнений двух разных уровней: каждое последующее упражнение является более сложным, чем предыдущее, и учащиеся могут выполнять неограниченное количество повторений, пока они не будут идеально выполнять эти упражнения на стандартном уровне. **Результаты и заключение.** Анализ показал, что в первых попытках выполнения упражнений первого уровня наблюдалась большая разница. Однако по мере развития навыков учащиеся значительно сокращали количество попыток получить необходимые баллы для перехода на следующий уровень. Повторные упражнения на тренажере показывают, что важно развивать хирургические навыки, необходимые для выполнения операции в соответствии со стандартом.

**Ключевые слова:** тренажер, факоэмульсификация, катаракта.

**Для цитирования:**

Исламов З. С., Максудова З. Р., Ташматов З. А., Исламов Ж. З. Обучение навыкам факоэмульсификации катаракты на симуляторе eyesi VR. Передовая офтальмология. 2024;8(2):64-68.

**TRAINING CATARACT PHACOEMULSIFICATION SKILLS AT EYESI VR SIMULATOR.****Islamov Z. S.<sup>1</sup>, Maksudova Z. R.<sup>2</sup>, Tashmatov Z. A.<sup>3</sup>, Islamov J. Z.<sup>4</sup>**

1. DSc, Associate Professor of the Department of Ophthalmology. Tashkent pediatric medical institute., [dr\\_islamov@yahoo.com](mailto:dr_islamov@yahoo.com), +998 90 935 16 20, <https://orcid.org/0000-0002-7004-7141>
2. PhD, Director. Dr. Maksudova clinic, [maksudova.zulfiya777@gmail.com](mailto:maksudova.zulfiya777@gmail.com), +99898 303 07 70, <https://orcid.org/0009-0002-1801-4593>
3. Ophthalmologist, Dr. Maksudova clinic, [dr.tashmatov@mail.ru](mailto:dr.tashmatov@mail.ru), +998 977337392, <https://orcid.org/0009-0008-8062-4222>
4. Ophthalmologist, Department of Ophthalmology, Tashkent pediatric medical institute, [@gmail.com](mailto:islamov.dr@gmail.com), +998948045570, <https://orcid.org/0000-0001-8888-7885>

**Annotation. Relevance.** Simulators are an indispensable component of professional training in modern medicine. **Purpose of the study.** This study aims to analyze the effectiveness of using a VR simulator in teaching cataract phacoemulsification skills. **Materials and methods.** Twenty ophthalmologists completed a training program, which included both theoretical and practical components. The practical component was divided into two groups of exercises, each increasing in difficulty. Students were allowed an unlimited number of attempts to perfect each exercise to meet the set standards. **Results and conclusion.** The analysis revealed a wide range of attempts when performing the initial group of exercises. However, as participants acquired skills, the number of attempts needed to achieve the required points for advancing to the next stage of training significantly decreased. Repeatedly practicing a specific stage of the operation on the simulator enables the trained doctors to develop the surgical skills necessary to perform the operation to the required standards.

**Key words:** simulator, phacoemulsification, cataract.

**For citation:**

Islamov Z. S., Maksudova Z. R., Tashmatov Z. A., Islamov J. Z. Training cataract phacoemulsification skills in eyes VR simulator. Advanced ophthalmology. 2024;8(2):64-68.

## VR EYESI SIMULYATORIDA KATARAKTA FAKOEMULSIFIKATSIYA QILISH KO'NIKMALARINI O'RGATISH.

Islomov Z. S.<sup>1</sup>, Maqsudova Z. R.<sup>2</sup>, Tashmatov Z. A.<sup>3</sup>, Islomov J. Z.<sup>4</sup>

1. Tibbiyot fanlari doktori, oftalmologiya kafedrası dotsenti Toshkent pediatriya tibbiyot instituti, dr\_islamov@yahoo.com, +998 90 935 16 20, <https://orcid.org/0000-0002-7004-7141>
2. Tibbiyot fanlari nomzodi, direktor. Doktor Maksudova klinikasi maksudova.zulfiya777@gmail.com, +998 98 303 07 70, <https://orcid.org/0009-0002-1801-4593>
3. Oftalmolog, doktor Maksudova klinikasi, dr.tashmatov@mail.ru, +998 97 733 73 92, <https://orcid.org/0009-0008-8062-4222>
4. Oftalmolog, Oftalmologiya kafedrası, Toshkent pediatriya tibbiyot instituti, islamov.dr@gmail.com @gmail.com, +998 94 804 55 70, <https://orcid.org/0000-0001-8888-7885>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Simulyatsiyalar zamonaviy tibbiyotda kasbiy tayyorgarlikning muhim elementi hisoblanadi. **Tadqiqot maqsadi.** Ushbu tadqiqot VR simulyatori yordamida oftalmologiya sohasida kataraktani fakoemulsifikatsiya qilish jarayonini o'rgatishda qo'llanilishini tahlil qilishga qaratilgan. **Materiallar va usullari.** 20 nafar oftalmolog malaka oshirish kurslarini yakunladi. Trening nazariy bilimlar va amaliy mashqlarni o'z ichiga oladi. Amaliy qism ikki xil darajadagi mashqlardan tashkil topgan: har bir keyingi mashq avvalgisidan murakkabroq bo'lib, talabalar ushbu mashqlarni standart darajasida mukammal bajaruncha cheksiz miqdordagi takrorlash imkoniyatiga ega bo'lishadi. **Natijalar va xulosa.** Tahlillar shuni ko'rsatdiki, birinchi darajadagi mashqlarni bajarishda dastlabki urinishlarda katta farqlar kuzatilgan. Biroq ko'nikmalar shakllanishi bilan talabalar keyingi bosqichga o'tish uchun zarur ballarni olishda urinishlar sonini sezilarli darajada kamaytirishgan. Simulyatorida takroriy mashqlar o'tkazish, operatsiyani standartga muvofiq bajarish uchun zarur bo'lgan jarrohlik ko'nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatmoqda.

**Kalit so'zlar:** simulyator, fakoemulsifikatsiya, katarakta.

### Iqtibos uchun:

Islamov Z. S., Maqsudova Z. R., Tashmatov Z. A., Islomov J. Z. Eyesi VR simulyatorida katarakta fakoemulsifikatsiya qilish ko'nikmalarini o'rgatish. Ilg'or oftalmologiya. 2024;8(2):64-68.

**Актуальность.** Симуляторы являются важнейшим элементом профессиональной подготовки в современной медицине. Цель исследования: Проведение анализа процесса обучения на VR-симуляторе навыкам фakoэмульсификации катаракты. **Материал и методы исследования.** Обучение прошли 20 офтальмологов. Обучение состояло из теоретической и практической частей. Практическая часть состояла из 2 групп упражнений. Упражнения с каждым разом усложнялись. Обучаемому даётся неограниченное количество попыток для повторения этих упражнений, пока он не будет делать их идеально по стандарту. **Результаты:** Анализ показал, что при выполнении первой группы упражнений вначале отмечается большой разброс попыток. Но по мере приобретения навыков количество попыток для получения необходимых баллов для прохождения на следующий этап обучения уменьшалось. **Заключение:** многократное повторение одного этапа операции на симуляторе, помогает обучаемому врачу достигнуть хирургических навыков необходимых для проведения операции по стандарту. **Ключевые слова:** симулятор, фakoэмульсификация, катаракта.

Важность системы высшего образования, которая постоянно адаптируется к меняющимся требованиям общества и необходимости развития различных областей знаний, особенно заметна в подготовке квалифицированных специалистов в медицине и, в частности, в офтальмологии. Симуляторы играют ключевую роль

в профессиональной подготовке, позволяя воссоздать реальные профессиональные ситуации, с которыми специалистам предстоит столкнуться в будущем. Эти инструменты не только дополняют, но и обогащают опыт обучающихся, позволяя им взаимодействовать с моделированным внешним миром и заменяя реальные производственные и жизненные сценарии. [6,9].

Виртуальные симуляторы являются отдельным направлением симуляционной подготовки в медицине.

До недавнего времени основой практической подготовки офтальмологов были непосредственное участие в лечебно-диагностическом процессе и работа в WETLAB. Эти методы, хоть и эффективные, существенно увеличивали время обучения и имели ограничения для отработки конкретных диагностических и хирургических процедур. Внедрение симуляторов в образовательный процесс предлагает новые возможности, недостижимые в рамках традиционного подхода. Симуляторы позволяют обучающимся замедлять или останавливать процесс решения задачи для обсуждения и анализа, а также настраивать параметры учебных сценариев для фокусировки на развитии специфических навыков с учетом индивидуальных потребностей. Система записывает все действия в процессе занятий, создавая обширную базу данных для анализа и оценки результатов обучения [2, 10]. Использование VR-симуляторов не ограничивается количеством сессий, позволяя

пользователям проводить столько тренировок, сколько необходимо для достижения желаемых результатов, будь то 5, 10, 20 или даже 100 и более раз. Дополнительно, в такие тренажеры можно интегрировать систему оценки, что позволяет отслеживать прогресс обучения.

VR-технологии способны визуализировать и детально демонстрировать сложные процессы, облегчая понимание их механизмов. Виртуальные тренажеры становятся эффективным инструментом для обучения сотрудников работы с дорогостоящим или потенциально опасным оборудованием, исключая риски для здоровья и безопасности, а также угрозу повреждения оборудования или возникновения экстренных ситуаций.

Благодаря возможности погружения в реалистичные сценарии, VR значительно ускоряет процесс обучения, демонстрируя высокую эффективность усвоения материала по сравнению с традиционными методами. Создание ассоциативных связей между теорией и практикой в виртуальном пространстве способствует лучшему усвоению и применению новых знаний.

**Цель исследования.** Анализ процесса обучения на VR-симуляторе для освоения техники факоэмульсификации в ходе операции по удалению катаракты представляет собой важное исследование. Этот анализ позволяет оценить эффективность виртуальной реальности в подготовке специалистов к выполнению сложных медицинских процедур, минимизируя риски для пациентов и улучшая качество образовательного процесса.

**Материалы и методы.** В клинике DMC под руководством доктора Максудовой за период с 2021 по 2023 год было организовано обучение двадцати врачей из разных регионов республики методу факоэмульсификации катаракты с использованием виртуальной симуляционной системы EYESI-CAT, произведённой компанией VRmagic в Германии. Эта виртуальная платформа оснащена сенсорным экраном, макетом головы и глаза, двумя наконечниками, которые под стереомикроскопом трансформируются в необходимые хирургические инструменты, а также многофункциональную педалью управления.

Курс обучения длился две недели и состоял из теоретической и практической частей. Теоретический блок включал в себя шесть лекций, посвящённых клинической анатомии глаза и обсуждению ключевых моментов операции по удалению катаракты методом факоэмульсификации. Практическая часть была разделена на две группы упражнений, направленных на отработку определённых навыков: первая группа включала упражнения по навигации в передней камере и капсульном мешке, бимануальную навигацию и антитреморные тренировки; вторая группа фокусировалась на более сложных аспектах, таких как капсулорексис, управление осложнениями,

факодеструкция и имплантация интраокулярной линзы.

Упражнения усложнялись по мере продвижения обучающихся, требуя более высокого уровня мастерства и точности. Оценка производилась по балльной системе от 0 до 100, где учитывался процент выполненных заданий, а также штрафы за ошибки, включая повреждение структур глаза и превышение времени выполнения. Обучающимся предоставлялось неограниченное количество попыток для достижения идеального выполнения упражнений в соответствии со стандартами, необходимыми для перехода к следующему этапу обучения.

**Результаты и обсуждение.** Анализ исследования демонстрирует различия в количестве попыток и успешности выполнения упражнений на VR-симуляторе среди обучаемых.

1. Навигация в передней камере: Курсантам требовалось от 140 до 870 попыток, с процентом успешности от 55% до 85%. Это указывает на значительный разброс в уровне навыков и скорости обучения среди обучающихся.

2. Навигация в капсульном мешке: Здесь количество попыток колеблется от 86 до 568, с более высоким процентом успешности — от 82% до 97%. Это может свидетельствовать о более высокой эффективности обучения для этого конкретного навыка.

3. Бимануальная навигация: Необходимость от 140 до 870 попыток с успешностью от 61% до 77% подчёркивает сложность одновременного управления двумя инструментами, что является ключевым навыком для офтальмологической хирургии.

4. Антитреморные упражнения: Для этого упражнения потребовалось от 15 до 250 попыток, с успешностью от 63% до 80%. Наличие нулевого количества неуспешных попыток в некоторых случаях может свидетельствовать о высокой эффективности тренировок в уменьшении тремора рук.

В целом, результаты исследования отражают важность индивидуального подхода в обучении и возможность VR-симуляторов предоставлять множество попыток для отработки навыков, что является ключом к успешному овладению сложными техниками, такими как факоэмульсификация катаракты.

При переходе к упражнениям, имитирующим конкретные этапы операции по удалению катаракты, количество попыток, необходимых курсантам, заметно уменьшилось, что свидетельствует об их прогрессе и улучшении навыков.

— Осложнённый капсулорексис: Для освоения этого упражнения курсантам потребовалось от 41 до 632 попыток, с процентом успешности от 63% до 85%. Эти данные показывают, что, несмотря на сложность задачи, большинство участников смогли достичь высокого уровня мастерства.

— Факодеструкция: Количество попыток для освоения этой процедуры варьировалось

от 125 до 435, с успешностью от 37% до 86%. Разброс в проценте успешных попыток подчёркивает различия в индивидуальной способности курсантов к освоению этой техники.

– Ирригация и аспирация: Здесь было зафиксировано меньшее количество попыток (от 120 до 178), с процентом успешности от 72% до 75%. Это может указывать на то, что данные этапы операции были легче для понимания и выполнения курсантами.

– Имплантация ИОЛ: На этом заключительном этапе требовалось наименьшее количество попыток (от 40 до 95), при этом успешность составила 87% как в нижнем, так и в верхнем пределе. Высокий процент успешных попыток говорит о том, что к этому этапу обучения, курсанты уже хорошо освоили необходимые навыки.

В целом, наблюдается улучшение уровня квалификации и уверенности курсантов в выполнении специфических операционных процедур, что подтверждает эффективность использования VR-симуляторов в обучении офтальмологическим техникам.

Анализ исследования выявил, что в начале обучения на VR-симуляторе, особенно при выполнении начальных упражнений, таких как навигация в передней камере, капсульном мешке, бимануальная навигация и антитреморные задания, наблюдался значительный разброс в количестве попыток среди участников – от 140 до 870. При этом до 45% попыток оказывались неуспешными.

Однако с прогрессом обучения, по мере того как слушатели осваивали технику работы внутри глаза и бимануальную технику, количество необходимых для успешного выполнения попыток начало снижаться. Это свидетельствует о росте уровня навыков и уверенности курсантов в выполнении специализированных манипуляций.

К моменту выполнения завершающих упражнений, таких как имплантация ИОЛ, количество попыток значительно уменьшилось – до 40–95 раз, а процент неуспешных попыток сократился до 11–23%. Это указывает на значительное улучшение мастерства и эффективности обучения благодаря практике на симуляторе.

Таким образом, исследование демонстрирует, что систематическое обучение на VR-симуляторе способствует значительному улучшению навыков офтальмологов, сокращая количество ошибок и повышая эффективность выполнения сложных хирургических процедур.

Это наблюдение подчёркивает важность и эффективность практики на VR-симуляторах в процессе обучения офтальмологическим операциям. Начальный разброс в количестве попыток между врачами с различным уровнем опыта указывает на то, что VR-обучение представляет индивидуализированный подход, позволяя каждому участнику развиваться собственным темпом.

Ключевым моментом является то, что к концу двухнедельного курса различия в навыках между врачами существенно сократились, демонстрируя выравнивание уровня квалификации. Это свидетельствует о высокой адаптивности и эффективности симуляционных тренировок в равнении навыков к стандартному уровню, необходимому для выполнения факэмульсификации.

Таким образом, результаты исследования ещё раз подтверждают ценность многократных практических занятий на симуляторе в формировании и улучшении хирургических навыков, позволяя в короткие сроки подготовить специалистов к выполнению операций на высоком уровне.

**Заключение.** Анализ подтверждает растущее значение симуляторов в сфере профессионального образования, где они выступают в качестве важного инструмента активного и интерактивного обучения. Их роль в повышении качества профессионального образования и обучения становится всё более значимой благодаря применению современных информационных технологий, которые усиливают их образовательный потенциал.

Симуляторы позволяют воссоздать профессиональные ситуации с высокой степенью реалистичности, что особенно ценно в условиях, где практический опыт труднодоступен или связан с высокими рисками. Это даёт обучающимся возможность проходить через процесс проб и ошибок в безопасной среде, что способствует глубокому пониманию и освоению профессиональных навыков.

Таким образом, профессиональные симуляторы не только способствуют накоплению практического опыта, но и играют ключевую роль в процессе профессиональной идентификации учащихся, предоставляя им свободу для экспериментов, самостоятельного поиска решений и формирования профессиональной уверенности.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Абзалиев К.Б., Данияров Н.Б., и др. Сроки формирования навыков у хирургов по вязанию узлов. Виртуальные технологии в медицине. 2018;2 (20): 21–22.
2. Аржиматова Г.Ш., Слонимский А.Ю., и др. Возможности виртуального симулятора EYESI в системе подготовки и повышения квалификации врачей-офтальмологов Конференция/IV съезд РОСОМЕД-2015:22–28. DOI: [https://doi.org/10.46594/2687-0037\\_2023\\_1\\_1588](https://doi.org/10.46594/2687-0037_2023_1_1588)
3. Захарова Л.Н. и др. Организационная культура индустриальных колледжей России, Китая и Ирана. Вопросы образования. 2020;3:234–254.
4. Дудырев Ф.Ф., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании. *Voprosy obrazovaniya/Educational Studies Moscow*. 2020;3:110–136.
5. Ключко В.И., Кушнир Н.В., и др. Технологии виртуальной реальности. Научные труды КубГТУ. 2016;15: 94–104.

6. Кумова С. В., Лунев И. А., и др. Разработка офтальмологического тренажера для обучения хирургии катаракт. Саратовский научно-медицинский журнал. 2017; 13 (2): 417–420.
7. Мартынова Н. А., и др. (2018) Медицинские тренажеры как базис для отработки хирургических навыков// Здоровье и образование в XXI веке. № 1. С. 108–113. DOI: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2226-7425-2018-20-1-108-113>
8. Палевская С. А., Тактаров В. Г. Современные симуляторы и тренажеры для подготовки медицинской сестры// Материалы IV съезда РОСОМЕД (Москва, 2015 г.). <https://rosomed.ru/theses/> С. 158.
9. Свистунов А. А. (ред.) (2013) Симуляционное обучение в медицине. М.: МГМУ им. И. М. Сеченова. 2013: 288.