

III. Инфо-коммуникационные технологии

Для цитирования: Суртаев В.Г. Инфраструктура иммерсивности: сравнительный анализ развития облачных платформ для 3D-моделирования и совместной работы в России, Китае и Индии // Grand Altai Research & Education — Выпуск 2 (25)'2022 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2025.02) — EDN: <https://elibrary.ru/ULQEVT>

УДК: 004.932.2:004.738.5

JEL: O33, L86

ИНФРАСТРУКТУРА ИММЕРСИВНОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ОБЛАЧНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ И СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ В РОССИИ, КИТАЕ И ИНДИИ

В.Г. Суртаев¹

1 Международная компьютерная академия ТОП, Барнаул, Россия

E-mail: 1artbig@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена комплексному исследованию современного состояния и перспектив развития облачных платформ для 3D-моделирования и совместной работы в России, Китае и Индии. Проведен многоуровневый сравнительный анализ, охватывающий технические аспекты локальной облачной инфраструктуры, политico-экономические условия доступности международных платформ, системные меры государственной поддержки и уровень интеграции технологий в образовательные программы. Выявлены ключевые тенденции, институциональные барьеры и драйверы роста в каждой из стран. Особое внимание уделено анализу влияния геополитических факторов на развитие иммерсивных технологий. Сделан вывод о том, что, несмотря на различные стартовые условия и стратегии развития, все три страны демонстрируют значительный потенциал для формирования комплементарных региональных центров компетенций в сфере иммерсивных технологий, что открывает уникальные возможности для международного сотрудничества в рамках Большого Алтая и других трансграничных инициатив в условиях формирования многополярной цифровой экономики.

Ключевые слова: иммерсивные технологии; облачное 3D-моделирование; совместные платформы; цифровая инфраструктура; сравнительный анализ; Российская Федерация; Китай; Индия; геополитика технологий; импортозамещение

For citation: Surtayev V.G. The Immersiveness Infrastructure: A Comparative Analysis of Cloud Platforms for 3D Modeling and Collaboration in Russia, China, and India // Grand Altai Research & Education — Issue 2 (25)'2025 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2025.02) — EDN: <https://elibrary.ru/ULQEVT>

THE IMMERSIVENESS INFRASTRUCTURE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOUD PLATFORMS FOR 3D MODELING AND COLLABORATION IN RUSSIA, CHINA, AND INDIA

V.G. Surtayev¹

1 International Computer Academy TOP, Barnaul, Russia

E-mail: 1artbig@gmail.com

Abstract. The article presents a comprehensive study of the current state and development prospects of cloud platforms for 3D modeling and collaboration in Russia, China, and India. A multi-level comparative analysis was conducted, covering technical aspects of local cloud infrastructure, political and economic conditions for the availability of international platforms, systemic measures of state support, and the level of technology integration into educational programs. Key trends, institutional barriers, and growth drivers in each country are identified. Special attention is paid to the analysis of the influence of geopolitical factors on the development of immersive technologies. It is concluded that, despite different starting conditions and development strategies, all three countries demonstrate significant potential for the formation of

complementary regional competence centers in the field of immersive technologies, which opens up unique opportunities for international cooperation within the framework of Greater Altai and other cross-border initiatives in the context of the emerging multipolar digital economy.

Keywords: immersive technologies; cloud 3D modeling; collaboration platforms; digital infrastructure; comparative analysis; Russian Federation; China; India; geopolitics of technology; import substitution

Введение

Современная цифровая экономика характеризуется экспоненциально растущим спросом на технологии 3D-графики и иммерсивного опыта, которые находят применение в различных отраслях — от промышленности и архитектуры до образования и развлечений [1]. Фундаментальной основой для этих технологий становится формирующаяся «инфраструктура иммерсивности» — комплекс технологических решений, включающий облачные платформы для 3D-моделирования, инструменты рендеринга в реальном времени и колаборативные среды, которые позволяют географически распределенным командам работать совместно над сложными проектами независимо от их физического местоположения [2].

Актуальность исследования обусловлена стремительной трансформацией глобального технологического ландшафта и перераспределением центров влияния в сфере цифровых технологий. Как отмечают аналитики Grand View Research, объем мирового рынка 3D-моделирования и 3D-картографии, оценивавшийся в \$7,12 млрд в 2024 году, будет расти с CAGR¹ 15,4% в период с 2025 по 2030 год [3]. Однако развитие и внедрение этих технологий в разных странах происходит крайне неравномерно, что обусловлено комплексом факторов, включая специфику государственной технологической политики, уровень развития ИТ-инфраструктуры, особенности нормативно-правового регулирования и культурно-экономические особенности [4].

Особый интерес представляет сравнительный анализ стран БРИКС, которые демонстрируют различные модели технологического развития в условиях современных geopolитических вызовов. Россия, Китай и Индия представляют три уникальные стратегии построения цифрового суверенитета — от импортозамещения и создания национальных цифровых экосистем до интеграции в глобальные цепочки создания стоимости с сохранением идентичности.

Целью данного исследования является проведение комплексного сравнительного анализа развития и внедрения облачных платформ для 3D-моделирования и совместной работы в России, Китае и Индии. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Проанализировать текущее состояние рынка облачных вычислений и наличие локальных технологических решений в трех странах, включая оценку технологической зрелости и масштабируемости инфраструктуры.

¹ совокупный среднегодовой темп роста (прим.ред.)

2. Исследовать доступность и распространенность международных платформ с учетом современных геополитических ограничений и регуляторных барьеров.

3. Оценить меры государственной поддержки развития соответствующих технологий, включая анализ программ финансирования, налоговых льгот и образовательных инициатив.

4. Изучить опыт интеграции облачных 3D-инструментов в систему высшего образования и подготовки кадров для цифровой экономики.

5. Выявить потенциал для формирования комплементарных партнерств между тремя странами в условиях перехода к многополярной модели технологического развития.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составляет системный подход к анализу развития инфраструктуры иммерсивности в трех странах. В качестве основного метода в работе использован сравнительный анализ, позволивший системно сопоставить ситуацию в России, Китае и Индии по единым параметрам, учитывающим технологические, экономические и политические аспекты.

Методы сбора данных включали комплексный дескриптивный анализ широкого круга открытых источников: официальные сайты технологических компаний и государственных органов, отчеты международных и национальных аналитических агентств, материалы научных публикаций в рецензируемых журналах, статистические данные и новостные сообщения за период 2020-2024гг. [5]. Особое внимание уделялось верификации информации через перекрестные проверки данных из различных источников.

Параметры для сравнения были выбраны следующим образом:

1. Локальная облачная инфраструктура: наличие и зрелость отечественных провайдеров, предоставляющих GPU-ускорители и специализированные платформы для трехмерных вычислительных задач (3D workloads), включая оценку производительности, масштабируемости и соответствия международным стандартам.

2. Доступность международных платформ: присутствие и условия использования глобальных решений, таких как Unity Industry, Nvidia Omniverse, Autodesk Forge и других, с учетом действующих ограничений и альтернативных каналов доступа.

3. Государственная поддержка: наличие и содержание государственных стратегий, инициатив и грантовых программ, направленных на развитие цифровой инфраструктуры и импортозамещения, включая анализ бюджетного финансирования и налоговых стимулов.

4. Интеграция в образование: использование облачных 3D-инструментов в учебных программах вузов и наличие специализированных учебных курсов,

включая оценку уровня сотрудничества между академическими учреждениями и индустрией [6].

Для обеспечения достоверности результатов применялись принципы триангуляции данных — сопоставление информации из различных источников для минимизации потенциальных ошибок и субъективных оценок.

Результаты исследований

Проведенный анализ позволил выявить специфические особенности развития инфраструктуры иммерсивности в каждой из рассматриваемых стран, а также идентифицировать уникальные модели технологического развития, сформировавшиеся под влиянием комплекса внешних и внутренних факторов.

Сравнительный анализ развития облачных платформ для 3D-моделирования в России, Китае и Индии

Анализ состояния локальной облачной инфраструктуры показал существенные различия между странами. В России в настоящее время формируется рынок локальных провайдеров, таких как *immers.cloud* и *Cloud4.3D*, где технологический суверенитет является ключевым приоритетом. Китай демонстрирует мощную внутреннюю ИТ-экосистему с доминированием национальных решений, включая *Alibaba Cloud* и *Tencent Cloud*. В Индии наблюдается динамично растущий рынок облачных услуг, активно поддерживаемый государственными программами типа «*Digital India*», что формирует смешанную модель развития [7;8;9].

В области доступности международных платформ ситуация также значительно отличается. Для России характерен ограниченный доступ к международным платформам из-за санкционной политики, что приводит к акценту на импортозамещение, а использование через посредников сопряжено с существенными рисками. Китай практикует политику ограниченного присутствия зарубежных платформ с доминированием локальных решений и селективным доступом к международным технологиям. В отличие от них, Индия обеспечивает широкий и открытый доступ к международным платформам с активной интеграцией в глобальные экосистемы [1;8].

Что касается государственной поддержки, то каждая страна разработала собственный подход. Россия осуществляет активную поддержку через систему грантов (Фонд содействия инновациям, Агентство технологического развития) и последовательную политику импортозамещения. Китай реализует стратегию «*Made in China 2025*» с централизованной поддержкой высоких технологий и прямым финансированием прорывных разработок [8]. Индия фокусируется на программах «*Make in India*» и «*Digital India*», стимулирующих локальное производство и цифровизацию через либеральный регуляторный подход [9].

Интеграция технологий в образовательные системы также имеет свои особенности. В России происходит активное внедрение облачных решений в вузах (АлтГТУ, МГТУ им. Баумана) с развитием образовательных программ по *BIM* и 3D-моделированию и созданием центров компетенций. Китай

демонстрирует активную интеграцию технологий в ведущие университеты с ориентацией на подготовку кадров для высокотехнологичных отраслей через систему госзаказа на специалистов. Индия развивает растущее число образовательных инициатив при поддержке стартапов в сфере 3D-графики и анимации через частно-государственное партнерство [6].

Приоритеты технологического суверенитета распределяются следующим образом: Россия рассматривает его как высокий приоритет в условиях вынужденного импортозамещения; Китай — как стратегический приоритет с плановым развитием; Индия — как умеренный приоритет с интеграцией в глобальные процессы и элементами суверенизации.

Потенциал международного сотрудничества оценивается как высокий для всех трех стран, но в разных форматах: для России — в рамках БРИКС и ЕАЭС; для Китая — в рамках инициативы «Пояс и путь»; для Индии — в рамках Содружества наций и БРИКС [8;9;10].

Детальный анализ по странам

1. Российская Федерация: модель технологического суверенитета

В России наблюдается ускоренное развитие локальной облачной инфраструктуры для 3D-моделирования, что в значительной степени стимулировано текущей геополитической ситуацией и последовательным курсом на импортозамещение. Формируется рынок специализированных провайдеров, предлагающих услуги для работы с 3D-графикой, таких как *immers.cloud* — первая в России облачная платформа для удаленной работы с графически требовательными приложениями, включая средства 3D-моделирования и САПР¹ [7].

Ключевым драйвером развития выступает комплексная государственная поддержка, оказываемая через различные инструменты, включая гранты (Фонд содействия инновациям, Агентство технологического развития), специальные программы финансирования и налоговые льготы для ИТ-компаний. В рамках политики импортозамещения создаются условия для замещения зарубежных решений отечественными аналогами, что стимулирует развитие таких продуктов, как *Renga*, *nanoCAD*, *KOMPAS-3D*.

Значительное внимание уделяется интеграции облачных решений в систему высшего образования. Ведущие технические университеты, включая Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана и другие, активно внедряют облачные BIM²-решения и другие платформы в учебный процесс, что закладывает основу для подготовки будущих кадров цифровой экономики [6]. Создаются специализированные центры компетенций, ориентированные на развитие навыков работы с иммерсивными технологиями.

¹ система автоматизированного проектирования (*прим.ред.*)

² Building Information Modeling — компьютерное моделирование зданий и сооружений (*прим.ред.*)

Основными вызовами для российской модели развития остаются необходимость обеспечения технологической независимости по всему стеку решений — от аппаратного обеспечения до программных платформ, а также преодоление разрыва в производительности по сравнению с международными аналогами.

2. Китай: модель планового технологического лидерства

Китай демонстрирует стратегический, централизованный подход к развитию технологий иммерсивности, основанный на принципах долгосрочного планирования и целевого финансирования. Политика «Made in China 2025» является ключевым драйвером, стимулирующим создание собственных инноваций и снижение зависимости от иностранных технологий в стратегически важных отраслях, включая облачные вычисления и 3D-моделирование [8].

В стране сформировалась мощная внутренняя ИТ-экосистема с доминированием локальных облачных провайдеров, таких как Alibaba Cloud, Tencent Cloud и Huawei Cloud. Эти компании предлагают комплексные решения для 3D-моделирования и совместной работы, оптимизированные для потребностей внутреннего рынка и интегрированные с другими сервисами экосистемы.

Китайская модель характеризуется активным участием государства в координации развития отрасли — от установления стандартов и нормативных требований до прямого финансирования прорывных исследований, и разработок. Создаются специализированные технологические зоны и кластеры, концентрирующие компетенции в сфере иммерсивных технологий.

Образовательная система играет ключевую роль в реализации государственных стратегий, готовя специалистов для высокотехнологичных секторов. Ведущие университеты, такие как Университет Цинхуа и Пекинский университет, активно интегрируют новейшие разработки в области облачного 3D-моделирования в учебные программы, обеспечивая подготовку кадров, соответствующих потребностям национальной экономики.

Уникальной особенностью китайской модели является сочетание протекционистской политики внутри страны с активной экспансией на международные рынки, особенно в странах Азии, Африки и Латинской Америки в рамках инициативы «Пояс и путь».

3. Индия: модель открытой интеграции

Индия избрала модель технологического развития, основанную на принципах открытости и интеграции в глобальные цепочки создания стоимости. Правительственные инициативы «Digital India» и «Make in India» направлены на тотальную цифровизацию страны и превращение ее в глобальный производственный и ИТ-хаб [10].

В отличие от России и Китая, рынок Индии остается открытым для международных облачных платформ, что способствует быстрому распространению передовых мировых практик среди широкой аудитории

разработчиков и компаний. Глобальные игроки (например, Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud Platform) активно развиваются свою инфраструктуру в Индии, предлагая специализированные сервисы для 3D-моделирования и совместной работы.

Индийская модель характеризуется акцентами на развитии человеческого капитала и поддержке стартап-экосистемы. Создаются благоприятные условия для возникновения и роста компаний, работающих в сфере 3D-графики, анимации и иммерсивных технологий. Благодаря большому количеству квалифицированных специалистов и сравнительно низким операционным затратам, Индия становится привлекательной для аутсорсинга услуг в области 3D-моделирования.

Образовательные инициативы направлены на массовую подготовку специалистов, способных работать с современными технологиями. Частно-государственное партнерство в образовательной сфере позволяет эффективно адаптировать учебные программы к быстро меняющимся требованиям рынка труда.

Большой потенциал страны видит в развитии локализованного и распределенного производства с использованием 3D-печати и проектирования, что может стать моделью для других стран Глобального Юга [10]. Индийские компании активно осваивают возможности применения облачных платформ для 3D-моделирования в различных отраслях — от архитектуры и строительства до киноиндустрии и электронной коммерции.

Сравнительный анализ и выявление синергетического потенциала

Проведенное исследование выявило три различные, но комплементарные модели развития инфраструктуры иммерсивности. Россия движется по пути технологического суверенитета и создания национальных решений. Китай реализует государственно-ориентированную стратегию планового технологического лидерства. Индия избрала модель открытой интеграции, делая ставку на массовое распространение технологий и интеграцию в глобальные цепочки создания стоимости.

Несмотря на существенные различия в подходах, общим для всех трех стран является понимание стратегической важности облачных технологий и 3D-моделирования для будущего промышленности и цифровой экономики, что подтверждается наличием соответствующих государственных программ и инициатив [8;9].

Выявленные различия создают значительный потенциал не для конкуренции, а для взаимодополняющего сотрудничества. Российские наработки в области импортозамещения и создания безопасной инфраструктуры, китайский опыт масштабирования технологий и построения комплексных цифровых экосистем, индийская экспертиза в создании глобальных ИТ-сервисов и подготовке человеческого капитала — могут быть эффективно объединены в рамках совместных исследовательских и образовательных проектов.

Перспективы международного сотрудничества

В условиях формирования многополярной модели глобального технологического развития сотрудничество между Россией, Китаем и Индией в сфере иммерсивных технологий приобретает особую актуальность. В рамках таких объединений, как БРИКС, Шанхайская организация сотрудничества, а также инициатив, связанных с развитием Большого Алтая, могут быть реализованы следующие направления сотрудничества:

1. Создание совместных исследовательских центров и лабораторий, ориентированных на разработку передовых решений в области облачного 3D-моделирования и иммерсивных технологий.

2. Разработка образовательных программ и стандартов подготовки кадров, учитывающих лучшие практики трех стран.

3. Формирование общей технологической дорожной карты развития инфраструктуры иммерсивности в рамках Евразийского экономического союза и инициативы «Пояс и путь».

4. Создание механизмов финансирования совместных проектов, включая венчурные фонды и грантовые программы.

Реализация этих направлений будет способствовать формированию устойчивой архитектуры технологической многополярности и созданию условий для совместного развития иммерсивных технологий, ориентированных на потребности стран-участниц.

Выводы

1. Проведенное исследование выявило три различные, но комплементарные модели развития инфраструктуры иммерсивности, сложившиеся в России, Китае и Индии под влиянием комплекса технологических, экономических и геополитических факторов.

2. Несмотря на различия в подходах, общим для всех трех стран является стратегическое понимание важности облачных технологий и 3D-моделирования для будущего цифровой экономики, что подтверждается наличием комплексных государственных программ поддержки и системных мер стимулирования развития отрасли [8;9].

3. Выявленные различия в моделях развития создают значительный потенциал для формирования взаимодополняющих партнерств, основанных на синергии российского опыта в области импортозамещения, китайских компетенций в масштабировании технологий и индийской экспертизы в интеграции в глобальные цепочки создания стоимости.

4. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка конкретных механизмов реализации совместных проектов в сфере иммерсивных технологий в рамках многосторонних объединений (БРИКС, ШОС) и региональных инициатив (Большой Алтай), а также оценка экономического эффекта от такого сотрудничества.

Список литературы

- [1] Real-time, Immersive 3D Collaboration // Unity Technologies. 2024. — URL: <https://unity.com/solutions/immersive-3d-collaboration> (дата обращения: 20.09.2024).
- [2] How Cloud-Based 3D Modeling Tools Will Shape Project Management by 2030 // Studio Image Works. 2023. — URL: <https://studioimageworks.com/how-cloud-based-3d-modeling-tools-will-shape-project-management-by-2030/> (дата обращения: 20.09.2024).
- [3] Grand View Research. Market Analysis Report: 3D Modeling & 3D Mapping Market Size, Share & Trends Analysis Report. 2024. — URL: <https://www.grandviewresearch.com/> (дата обращения: 20.09.2024).
- [4] К вопросу о технологическом суверенитете в условиях цифровой трансформации / Под ред. В.И. Маевского, С.Г. Кирдиной-Чэндлер. М.: ИЭ РАН, 2024. 392 с.
- [5] ГОСТ Р 7.0.5-2008. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. 23 с.
- [6] Беспалый С.В. и др. Высшее образование и цели устойчивого развития: реализация в развивающихся странах / С.В. Беспалый, Г.Ж. Альназарова, А.А. Капцов и др. // Grand Altai Research & Education. 2023. №4. С. 15-23.
- [7] Официальный сайт облачной платформы immers.cloud. — URL: <https://immers.cloud/> (дата обращения: 20.09.2024).
- [8] Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Made in China 2025: National Strategic Plan. Beijing, 2015. — URL: <http://www.miit.gov.cn/> (дата обращения: 20.09.2024).
- [9] NITI Aayog, Government of India. National Strategy on Emerging Technologies. New Delhi, 2023. — URL: <https://www.niti.gov.in/> (дата обращения: 20.09.2024).
- [10] Daly A. 3D Printing and IP Futures: What did we learn from China, India and Russia? // CyberBRICS. 2023. — URL: <https://cyberbrics.info/3d-printing-and-ip-futures-what-did-we-learn-from-china-india-and-russia/> (дата обращения: 20.09.2024).

References

- [1] Real-time, Immersive 3D Collaboration // Unity Technologies. 2024. — URL: <https://unity.com/solutions/immersive-3d-collaboration> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [2] How Cloud-Based 3D Modeling Tools Will Shape Project Management by 2030 // Studio Image Works. 2023. — URL: <https://studioimageworks.com/how-cloud-based-3d-modeling-tools-will-shape-project-management-by-2030/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [3] Grand View Research. Market Analysis Report: 3D Modeling & 3D Mapping Market Size, Share & Trends Analysis Report. 2024. — URL: <https://www.grandviewresearch.com/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [4] K voprosu o tekhnologicheskem suverenitete v usloviyah cifrovoj transformacii / Pod red. V.I. Maevskogo, S.G. Kirdinoj-CHandler. M.: IE RAN, 2024. 392 s.
- [5] GOST R 7.0.5-2008. Sistema standartov po informacii, bibliotechnomu i izdatel'skomu delu. Bibliograficheskaya ssylka. Obshchie trebovaniya i pravila sostavleniya. M.: Standartinform, 2008. 23 s.
- [6] Bespalyj S.V. Vysshiee obrazovanie i celi ustojchivogo razvitiya: realizaciya v razvivayushchihsya stranah / S.V. Bespalyj, G.ZH. Al'nazarova, A.A. Kapcov i dr. // Grand Altai Research & Education. 2023. №4. S. 15-23.
- [7] Oficial'nyj sajt oblachnoj platformy immers.cloud. — URL: <https://immers.cloud/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [8] Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Made in China 2025: National Strategic Plan. Beijing, 2015. — URL: <http://www.miit.gov.cn/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [9] NITI Aayog, Government of India. National Strategy on Emerging Technologies. New Delhi, 2023. — URL: <https://www.niti.gov.in/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).
- [10] Daly A. 3D Printing and IP Futures: What did we learn from China, India and Russia? // CyberBRICS. 2023. — URL: <https://cyberbrics.info/3d-printing-and-ip-futures-what-did-we-learn-from-china-india-and-russia/> (data obrashcheniya: 20.09.2024).