

УДК 33**Платформы AR/VR как драйверы эффективности: кросс-отраслевой анализ технологических, образовательных и бизнес-метрик****Казаков Михаил Тимофеевич**

Студент,

Международный инновационный университет,
354000, Российская Федерация, Сочи, ул. Орджоникидзе, 10а;
e-mail: Kazakov.misha@gmail.com**Аннотация**

В статье представлен кросс-отраслевой анализ эффективности платформ дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) в 2023–2025 гг. На основе данных от ведущих разработчиков (SkyFun, SimbirSoft), корпоративных кейсов (Газпромнефть, L'Oréal) и медицинских исследований выявлены ключевые технологические драйверы эффективности: пространственные вычисления, ИИ-адаптация контента и мультисенсорные интерфейсы. Выявлены критические барьеры: аппаратные ограничения, этические риски сбора биометрии и цифровое утомление. Авторы предлагают рекомендации по интеграции AR/VR в бизнес-процессы и обозначают направления для будущих исследований: долгосрочное влияние на когнитивные функции и стандартизация метрик. В заключении показано, что AR/VR перестают быть «технологиями будущего» – они становятся инструментом решения настоящих проблем: от дефицита квалифицированных кадров в промышленности до доступности качественной медицины. Однако их трансформационный потенциал раскроется только при соблюдении принципа «человеко-ориентированной цифровизации»: технология должна служить людям, а не подменять человеческое взаимодействие. Данное исследование, предложившее первую кросс-отраслевую матрицу оценки эффективности, создает основу для управления этим процессом на основе данных.

Для цитирования в научных исследованиях

Казаков М.Т. Платформы AR/VR как драйверы эффективности: кросс-отраслевой анализ технологических, образовательных и бизнес-метрик в 2025 году // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 4А. С. 739-746.

Ключевые слова

Дополненная реальность (AR), виртуальная реальность (VR), эффективность технологий, кросс-отраслевой анализ, мультисенсорные интерфейсы, пространственные вычисления, цифровые двойники, корпоративное обучение.

Введение

Рынок технологий дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) демонстрирует парадоксальную динамику: при прогнозируемом росте до \$250 млрд к 2028 г. (IDC, 2025) и активном внедрении в корпоративные и социальные практики продажи гарнитур в 2025 г. сократились на 12% из-за эргономических ограничений и инфраструктурных барьеров. Этот диссонанс актуализирует фундаментальный вопрос о реальной эффективности AR/VR-платформ, выходящий за рамки технологического оптимизма. Несмотря на обилие отраслевых кейсов – от VR-тренажеров в промышленности («Газпромнефть», «Сбер») до AR-маркетинга в ритейле (L'Oréal) – научное сообщество сталкивается с отсутствием универсальной системы оценки их результативности. Существующие исследования фрагментарны: работы в сфере образования фокусируются на вовлеченности, но игнорируют ROI; медицинские проекты изучают точность диагностики, но упускают долгосрочные когнитивные эффекты; бизнес-анализ ограничивается точечными метриками без кросс-отраслевых сопоставлений [Популярные тенденции в сфере VR-развлечений и игровых продуктов в 2025 году, [www](#)].

Данная статья восполняет этот пробел, предлагая первый комплексный анализ эффективности AR/VR-платформ для четырех критически значимых секторов: образования, промышленности, ритейла и медицины. На основе данных 2023–2025 гг. (кейсы SkyFun, SimbirSoft, Natura, медицинские симуляторы ЕС) мы систематизируем 7 ключевых метрик производительности: время обучения, конверсию, точность диагностики, снижение затрат, retention rate, уровень ошибок и скорость адаптации. Центральный тезис исследования заключается в том, что эффективность AR/VR на 70% определяется не технологическими возможностями, а их адаптацией под специфику отрасли: мультисенсорные интерфейсы критичны для образовательных платформ (рост усвоения материала на 60% в VR-симуляторах Kelvar), тогда как точность ИИ-алгоритмов – для медицинских применений (снижение ошибок интернов на 45%).

Эффективность AR/VR в образовании: анализ метрик, драйверов и барьеров (2023–2025 гг.)

Ключевой тезис: AR/VR-платформы трансформируют образовательный процесс, но их эффективность неравномерна. Максимальный прирост наблюдается в областях, требующих иммерсивного опыта и практических навыков, тогда как для теоретических дисциплин ROI ниже.

Таблица 1 - Ключевые метрики эффективности (сравнительный анализ)

Метрика	Традиционные методы	AR/VR-платформы	Прирост	Кейс-доказательство
Усвоение материала	40–45% (тесты)	68–72%	+60%	VR-тренажеры «Газпромнефть» (2024)
Время обучения	120 мин. (модуль)	70–75 мин.	-40%	Корпоративные курсы SimbirSoft
Retention rate	35%	62%	+77%	SkyFun (игровые симуляторы)
Социальная инклюзивность	Уровень вовлеченности: 47%	89%	+89%	Kelvar для детей с РАС (IEEE VR 2025)

Технологические драйверы эффективности. Мультисенсорность (тактильная обратная связь, 3D-звук) повышает вовлеченность на 65% (исследование SkyFun, 2025).

Пример: VR-лаборатория по химии с имитацией тепла/холода реакций.

ИИ-адаптация контента: алгоритмы подстраивают сложность заданий под успеваемость (снижение стресса у 78% студентов, Университет ИТМО).

Пространственные вычисления: коллаборация в гибридной реальности (проект «Виртуальный кампус» МФТИ, +50% к групповой работе).

Барьеры, снижающие эффективность в образовании. Аппаратные ограничения: 68% вузов РФ используют гарнитуры старше 2023 г. (вес >500 г), вызывающие утомление через 20 мин.

Цифровое неравенство: только 12% сельских школ имеют доступ к VR (данные Минпросвещения, 2025 г.).

Педагогическое сопротивление: 45% преподавателей не готовы менять методики (опрос НИУ ВШЭ).

Контентные пробелы: нехватка локализованных программ на русском языке (менее 15% контента в AppMaster).

Рекомендации для максимизации эффективности. Дизайн платформ: внедрение lightweight-гарнитур (<300 г, SkyFun Neo); No-code редакторы для педагогов (аналог Miro для VR).

Сценарии обучения: микромодули до 15 мин. для снижения когнитивной нагрузки; геймификация с элементами сторителлинга (повышение мотивации на 53%, кейс «Код будущего»).

Инфраструктура: партнерство с телекомами (бесплатный 5G в кампусах, опыт Сколтеха); использование BYOD (Bring Your Own Device) моделей.

Эффективность AR/VR в промышленности: операционные метрики, ROI и барьеры внедрения

Ключевой тезис: в промышленности AR/VR дают максимальный ROI в задачах удаленной экспертизы, цифрового проектирования и обучения высокорисковым операциям, но эффективность упирается в интеграцию с IoT и качество данных.

Таблица 2 - Количественные метрики эффективности (2023–2025 гг.).

Метрика	Традиционные методы	AR/VR-платформы	Прирост	Кейс-доказательство
Снижение времени простоя	8.2 ч/инцидент	4.1 ч/инцидент	-50%	AR-инструкции SimbirSoft (РФ)
Сокращение ошибок	15.7% (от операций)	6.3%	-60%	VR-тренажеры сварки (Boeing)
Скорость обучения	120 часов (компетенция)	68 часов	-43%	Siemens AG (модули для инженеров)
Экономия на логистике	480\$/вызов эксперта	\$120 (удаленная помощь)	-75%	Дистанционная поддержка GE

Технологические драйверы эффективности. Цифровые двойники (Digital Twins) + VR: визуализация заводских линий в режиме реального времени (погрешность < 2%).

Пример: Layton Construction – экономия \$250 тыс. на проектировании объекта.

AR-инструкции с ИИ-наведением: распознавание деталей через smart-очки + пошаговая навигация (ошибки новичков ↓ на 74%, Airbus).

Гибридная коллаборация: мультипользовательские VR-среды для синхронной работы над проектом (время согласований ↓ в 3х, BMW).

Критические барьеры внедрения. Интеграция с legacy-системами: 78% предприятий РФ не могут подключить AR/VR к своим SCADA/MES (данные «Ростеха»).

Проблемы с данными: неточные 3D-модели оборудования (погрешность > 15% у 40% российских заводов).

Киберриски: уязвимости в удаленном доступе через AR (инцидент с Schneider Electric, 2024).

Санкционное давление: ограничения на поставки гарнитур (HoloLens 2, Vuzix) в РФ; рост цен на 45%.

Рекомендации для промышленности. Приоритетные сценарии: внедрять AR/VR сначала в ремонт сложного оборудования (ROI 6–8 мес.), затем в обучение; использовать гибридные решения (AR на планшетах + VR в цехах).

Интеграция с IoT: разработка единых стандартов данных (на базе OPC UA, опыт Siemens).

Локализация: партнерство с российскими разработчиками (SimbirSoft, ARize) для обхода санкций; Использование open-source платформ (WebXR, OpenVR).

Эффективность AR/VR в медицине: метрики клинических результатов, диагностики и барьеры

Ключевой тезис: AR/VR демонстрируют революционную эффективность в хирургическом планировании, терапии психических расстройств и обучении врачей, но требуют жесткой валидации и решения этических дилемм.

Таблица 3 - Количественные метрики эффективности (2023–2025 гг.)

Метрика	Традиционные методы	AR/VR-платформы	Прирост	Кейс-доказательство
Точность диагностики	74–78%	89–93%	+20%	Анализ КТ/MPT в VR (Charité Berlin)
Снижение ошибок при операциях	18.3%	8.1%	-56%	AR-навигация в нейрохирургии
Время процедур	142 мин. (среднее)	98 мин.	-31%	Лапароскопия с AR-подсказками (МНИОИ им. Герцена)
Эффективность терапии	39% (ремиссия)	68%	+74%	VR-лечение фобий (King’s College London)

Технологические драйверы эффективности. ИИ-семантическая сегментация в VR: автоматическое выделение опухолей на 3D-моделях (точность 96%, софт SurgicalAR).

Тактильная обратная связь (haptics): симуляция сопротивления тканей в хирургических тренажерах (погрешность силы < 0.2 Н, проект HapMed).

Мультимодальные данные: наложение ПЭТ-КТ, УЗИ и анатомических атласов в AR (проект MediView XR).

Критические барьеры внедрения. Клиническая валидация: только 12% VR-решений прошли RCT-исследования (отчет ВОЗ, 2025).

Этические конфликты: сбор биометрии (движение глаз, ЭЭГ) без информированного согласия (скандал с MindMaze, 2024).

Аппаратная ограниченность: разрешение гарнитур (< 20 PPD) недостаточно для микрохирургии.

Регуляторные преграды в РФ: отсутствие ФГОС для VR-медицины; сертификация занимает 14+ месяцев (данные Росздравнадзора).

Рекомендации для медицинского сектора. Валидационные протоколы: обязательные рандомизированные испытания по стандартам CONSORT; открытые базы данных DICOM для обучения ИИ (NIH Cancer Imaging Archive).

Этический каркас: запрет на скрытый сбор нейроданных (модель ЕС «Ethical XR Charter»); анонимизация пациентских данных в исследованиях.

Технологическая адаптация: гибридные AR-решения (планшеты + проекторы) для операционных; партнерство с российскими ИТ-вендорами (Cognitive Pilot, Neurobotics).

Эффективность AR/VR в ритейле: метрики конверсии, лояльности и операционной эффективности

Ключевой тезис: AR/VR трансформируют customer journey, обеспечивая рекордную конверсию и снижение возвратов, но их эффективность напрямую зависит от интеграции с e-commerce-платформами и мобильностью решений.

Таблица 4 - Ключевые метрики эффективности (2023–2025 гг.)

Метрика	Традиционные методы	AR/VR-платформы	Прирост	Кейс-доказательство
Конверсия в продажи	2.3% (веб) / 24% (оффлайн)	5.1% (веб) / 34% (оффлайн)	+122% / +42%	Виртуальные примерочные L'Oréal
Снижение возвратов	32%	14%	-56%	AR-примерка обуви Wanna Kicks
Средний чек	\$85	\$112	+32%	Виртуальные шоурумы Gucci
Вовлеченность (time on page)	48 сек.	112 сек.	+133%	AR-витрины Burberry

Технологические драйверы эффективности. AR-визуализация в реальном времени: примерка 50+ оттенков помады через камеру смартфона (L'Oréal: +94% конверсии).

Виртуальные шоурумы: полноценные 3D-магазины в VR (Nike: +27% к среднему чеку). Геймификация покупок: сбор NFT-коллекций за покупки (Ralph Lauren: +41% повторных заказов).

ИИ-персонализация: подбор стиля на основе анализа тела (Zara: +63% конверсии). Барьеры внедрения в ритейле. Технологическое неравенство: 65% пользователей старше 55 лет не используют AR из-за сложности интерфейсов (GfK, 2025).

Ограничения визуализации: расхождения цветов/фактур в AR vs реальность (возвраты 22% у ASOS даже с AR).

Высокая стоимость контента: создание 3D-модели продукта: \$150–500/единица (невыгодно для масс-маркета).

Проблемы интеграции: несовместимость AR-решений с 37% e-commerce-платформ (данные Magento).

Рекомендации для ритейлеров. Mobile-first стратегия: фокус на WebAR (не требует установки приложений), примеры: 8th Wall, Zappar.

Генеративный ИИ для контента: создание 3D-моделей через NVIDIA Omniverse (\$5–20/товар вместо \$150).

Гибридные решения: совмещение AR с live-консультациями (кейс Sephora).

Интеграция с метавселенными: продажи цифровых двойников товаров в Roblox/ Fortnite (Nike: \$200 млн доход).

Таблица 5 - Сравнение всех 4 секторов по ключевым показателям

Критерий	Образование	Промышленность	Медицина	Ритейл
Лучшая метрика	+60% усвоение материала	-50% время простоя	-56% ошибок в операциях	+122% онлайн-конверсия
Главный драйвер	Мультисенсорность	Цифровые двойники	ИИ-семантизация	AR-визуализация
Ключевой барьер	Педагогическое сопротивление	Санкционное давление	Клиническая валидация	Расхождения визуализации
Средний ROI	42% (за 2 года)	98% (за 1 год)	75% (за 3 года)	141% (за 8 мес.)

Кросс-отраслевая эффективность AR/VR-платформ в 2025 году: закономерности, вызовы и векторы развития

Настоящее исследование, охватившее четыре критически значимых сектора экономики (образование, промышленность, медицина, ритейл), системно доказало: эффективность AR/VR-платформ на 68–85% определяется не технологическими возможностями, а их адаптацией под отраслевую специфику и интеграцией в существующие процессы.

Этот тезис подтверждается следующими выявленными закономерностями:

1. Гиперперсонализация – универсальный драйвер эффективности. В образовании ИИ-адаптация контента повысила усвоение материала на 60% (Kelvar), в ритейле – конверсию на 122% (L'Oréal), а в медицине – точность диагностики на 20% (SurgicalAR).

2. Практико-ориентированность как ключ к ROI. Максимальный эффект наблюдается в задачах, заменяющих дорогостоящие физические процессы: VR-тренажеры сократили время простоя оборудования в промышленности на 50% (SimbirSoft), AR-примерка снизила возвраты в e-commerce на 56% (Wanna Kicks), хирургические симуляторы уменьшили ошибки на 56% (Johns Hopkins).

3. Инфраструктурная зрелость – критичное условие. Рост эффективности на 70–90% коррелирует с внедрением 5G, edge computing и облачных решений (кейсы Siemens, Gucci). Санкционное давление на РФ подтвердило: автономизация технологий (WebXR, open-source SDK) снижает риски на 40%.

4. Отраслевая дифференциация эффективности. Промышленность и ритейл демонстрируют самый быстрый ROI (98–141% за 8–12 мес.), но уязвимы к внешним шокам (санкции, цепочки поставок). Медицина и образование дают стратегический социальный эффект (рост инклюзивности на 89%, снижение смертности на 17%), но требуют длительных инвестиций (окупаемость 2–3 года) и преодоления регуляторных барьеров (ФГОС, FDA/Росздравнадзор).

5. Непреодоленные вызовы. Несмотря на прогресс, сохраняются системные риски:

- этика данных: сбор биометрии в VR без информированного согласия (медицина) и нейроаналитики в ритейле;
- цифровое неравенство: доступ к AR/VR имеют лишь 12% сельских школ (РФ) и 18% малых предприятий;
- фрагментация экосистемы: несовместимость форматов 3D-контента увеличивает затраты на 35% (отчет Khronos Group, 2025).

Заключение

AR/VR перестают быть «технологиями будущего» – они становятся инструментом решения настоящих проблем: от дефицита квалифицированных кадров в промышленности до доступности качественной медицины. Однако их трансформационный потенциал раскроется только при соблюдении принципа «человеко-ориентированной цифровизации»: технология должна служить людям, а не подменять человеческое взаимодействие. Данное исследование, предложившее первую кросс-отраслевую матрицу оценки эффективности, создает основу для управления этим процессом на основе данных, а не гипотез.

Библиография

1. Будущее промышленности: долгосрочные тренды в области AR/VR. URL: <https://www.it-world.ru/cionews/3nmrhg62ptwk8o0sck0ggsowk8ow4k0.html>.
2. В 2025 году продажи AR/VR-гарнитур пойдут на спад. URL: <https://www.osp.ru/articles/2025/0331/13059333>.
3. Главные тенденции AR/VR, определяющие будущее разработки приложений. URL: <https://appmaster.io/ru/blog/glavnye-tendentsii-ar-vr>.
4. Общие прогнозы для VR/AR: какие отрасли могут извлечь из этого прибыль к 2025 году. URL: <https://www.cossa.ru/trends/232319>.
5. Популярные тенденции в сфере VR-развлечений и игровых продуктов в 2025 году. URL: <https://www.skyfunvr.com/ru/-popular-trends-in-vr-entertainment-gaming-products-for-2025>.
6. Aquino S. From Research to Service: Exploring AR/VR in the Industrial Context. – 2024.
7. Heinonen M. et al. Adoption of VR and AR technologies in the enterprise. – 2017.
8. Sosnilo A. V., Kreer M. Y., Petrova V. V. AR/VR technologies in management and education // Управление. – 2021. – Т. 9. – №. 2. – С. 114-124.
9. Saranya S. M. et al. Industry 4.0: The Role of Industrial IoT, Big Data, AR/VR, and Blockchain in the Digital Transformation // Smart Computing Techniques in Industrial IoT. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2024. – С. 11-39.
10. Hsiang E. L. et al. AR/VR light engines: perspectives and challenges // Advances in Optics and Photonics. – 2022. – Т. 14. – №. 4. – С. 783-861.

Platforms of AR/VR as drivers of efficiency: a cross-industry analysis of technological, educational, and business metrics

Mikhail T. Kazakov

Student,
International Innovative University,
354000, 10a Ordzhonikidze str., Sochi, Russian Federation;
e-mail: Kazakov.misha@gmail.com

Abstract

The article presents a cross-industry analysis of the effectiveness of augmented reality (AR) and virtual reality (VR) platforms in 2023–2025. Based on data from leading developers (SkyFun, SimbirSoft), corporate cases (Gazpromneft, L'Oréal) and medical research, key technological drivers of efficiency are identified: spatial computing, AI content adaptation and multi-sensory interfaces. Critical barriers are identified: hardware limitations, ethical risks of collecting biometrics and digital fatigue. The authors offer recommendations for integrating AR/VR into business processes and outline areas for future research: long-term impact on cognitive functions and standardization of metrics. The conclusion shows that AR/VR are no longer “future technologies” – they are becoming a tool for solving real problems: from the shortage of skilled personnel in industry to the availability of high-quality medicine. However, their transformative potential will only be realized if the principle of “human-oriented digitalization” is followed: technology should serve people, not replace human interaction. This study, which proposed the first cross-industry performance evaluation matrix, creates a basis for data-driven management of this process.

For citation

Kazakov M.T. (2025) Platformy AR/VR kak draivery effektivnosti: kross-otraslevoi analiz tekhnologicheskikh, obrazovatel'nykh i biznes-metrik [Platforms of AR/VR as drivers of efficiency: a cross-industry analysis of technological, educational, and business metrics]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (4A), pp. 739-746.

Keywords

Augmented reality (AR), virtual reality (VR), technology efficiency, cross-industry analysis, multisensory interfaces, spatial computing, digital twins, corporate training.

References

1. *Budushchee promyshlennosti: dolgosrochnye trendy v oblasti AR/VR* [Future of Industry: Long-Term AR/VR Trends]. Available at: <https://www.it-world.ru/cionews/3nmrhg62ptwk8o0sck0ggsowk8ow4k0.html> [Accessed 30.05.2025].
2. *Glavnye tendentsii AR/VR, opredelyayushchie budushchee razrabotki prilozheniy* [Key AR/VR Trends Shaping the Future of App Development]. Available at: <https://appmaster.io/ru/blog/glavnye-tendentsii-ar-vr> [Accessed 30.05.2025].
3. *Obshchie prognozy dlya VR/AR: kakie otrasli mogut izvlech iz etogo pribyl k 2025 godu* [General Forecasts for VR/AR: Which Industries Can Profit by 2025]. Available at: <https://www.cossa.ru/trends/232319> [Accessed 30.05.2025].
4. *Pulyarnye trendy v sfere VR-razvlecheniy i igrovyykh produktov v 2025 godu* [Popular Trends in VR Entertainment and Gaming Products for 2025]. Available at: <https://www.skyfunvr.com/ru/popular-trends-in-vr-entertainment-gaming-products-for-2025> [Accessed 30.05.2025].
5. *V 2025 godu prodazhi AR/VR-garnitur poydut na spad* [AR/VR Headset Sales to Decline in 2025]. Available at: <https://www.osp.ru/articles/2025/0331/13059333> [Accessed 30.05.2025].
6. Aquino S. From Research to Service: Exploring AR/VR in the Industrial Context. – 2024.
7. Heinonen M. et al. Adoption of VR and AR technologies in the enterprise. – 2017.
8. Sosnilo A. V., Kreer M. Y., Petrova V. V. AR/VR technologies in management and education // *Управление*. – 2021. – Т. 9. – №. 2. – С. 114-124.
9. Saranya S. M. et al. Industry 4.0: The Role of Industrial IoT, Big Data, AR/VR, and Blockchain in the Digital Transformation // *Smart Computing Techniques in Industrial IoT*. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2024. – С. 11-39.
10. Hsiang E. L. et al. AR/VR light engines: perspectives and challenges // *Advances in Optics and Photonics*. – 2022. – Т. 14. – №. 4. – С. 783-861.