

БИЗНЕС-СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАСШИРЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

К.А. Логун

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»
Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, 13

И.В. Рощупкина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
Россия, 394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.

Введение. Технологии расширенной реальности (виртуальной и дополненной) являются ключом к принципиально новому уровню взаимодействия человека с цифровым миром, который играет все большую роль в мировой экономике, политике и социальных отношениях. Широкое внедрение технологий расширенной реальности способствует развитию экономики, значительному повышению производительности труда и эффективности работы промышленных предприятий в рамках Индустрии 4.0. Россия неуклонно «втягивается» в этот процесс: запущен навигатор мер поддержки проектов на основе внедрения отечественных продуктов, сервисов и платформенных решений, созданных на базе сквозных цифровых технологий, подготовлены дорожные карты в рамках федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика РФ», которые направлены на обеспечение системной работы по развитию сквозных цифровых технологий. Данные изменения оказывают значительное влияние на все сферы деятельности промышленного предприятия, его конкурентоспособность на рынке.

Данные и методы. Теоретической и практической основой явились научно-исследовательские труды российских и зарубежных ученых, связанные с проблемами управления предприятий в условиях цифровизации, проведенное авторами полевое исследование. Методической основой стали системный и логический анализ, методы статистики.

Полученные результаты. В статье обосновывается необходимость и актуальность представленного исследования, конкретизированы понятие технологии расширенной реальности, а также составляющие ее элементы, рассмотрены инструменты реализации технологии расширенной реальности и направления ее использования в различных сферах деятельности предприятия, предложены бизнес-сценарии конкурентной адаптации в условиях цифровизации макро- и микросреды. Уделено внимание проблемам методического характера, касающихся исследования возможностей использования различных технологий расширенной реальности в бизнес-сценариях конкурентной адаптации в области цифровизации бизнес-процессов предприятия. Приведены результаты экс-

Сведения об авторах:

Логун Кристина Александровна (krisloog@mail.ru, ORCID 0000-0002-4300-4576), канд. экон. наук, доцент кафедры математики и информатики

Рошупкина Инна Валериевна (vgtuemm@mail.ru, ORCID 0000-0003-3299-6239), ст. преподаватель кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки

On authors:

Kristina A. Logun (krisloog@mail.ru, ORCID 0000-0002-4300-4576), PhD in Economics, associate Professor of mathematics and computer science

Inna V. Roshchupkina (vgtuemm@mail.ru, ORCID 0000-0003-3299-6239), senior lecturer of the Department of oil and gas equipment and transportation

пресс-диагностики факторов, ограничивающих внедрение и использование технологий расширенной реальности в реальный сектор экономики.

Заключение. *Изложенное исследование представляет собой авторский вклад в повышение эффективности деятельности производственных предприятий в условиях цифровой экономики.*

Ключевые слова: *цифровая экономика, технологии расширенной реальности, технологии виртуальной реальности и технологии дополненной реальности.*

Для цитирования:

Логун К.А., Рошчупкина И.В. Бизнес-сценарии использования технологий расширенной реальности на современном производственном предприятии // Организатор производства. 2020. Т.28. № 4. С. 16-26. DOI: 10.36622/VSTU.2020.63.24.002

BUSINESS SCENARIOS FOR USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN A MODERN MANUFACTURING ENTERPRISE

К.А. Logun

*North-Eastern state University
685000, Russia, Magadan, Portovaya str., 13*

I.V. Roshchupkina

*Voronezh state technical University
394006, Russia, Voronezh, ul. 20-letiya Oktyabrya, 84*

Introduction. *Technologies of augmented reality (virtual and augmented) are the key to a fundamentally new level of human interaction with the digital world, which is playing an increasing role in the world economy, politics and social relations. The widespread adoption of augmented reality technologies contributes to the development of the economy, significantly increasing labor productivity and efficiency of industrial enterprises within the framework of Industry 4.0. Russia is steadily "drawn" in the process: running the Navigator support measures projects on the basis of the implementation of domestic products, services and platform solutions, developed on the basis of end-to-end digital technology, prepared the road map in the framework of the Federal project "Digital technologies" the national program "Digital Russia", which aims to ensure systematic work on the development of end-to-end digital technology, these changes have a significant impact on all spheres of activity of the industrial enterprise, its competitiveness in the market.*

Data and methods. *The theoretical and practical basis was the research works of Russian and foreign scientists related to the problems of enterprise management in the conditions of digitalization, and the field research conducted by the authors. The methodological basis was system and logical analysis, methods of statistics.*

Obtained result. *The article explains the necessity and urgency of the presented research, fleshed out the concept of technology enhanced re-reality, as well as its components, are considered tools for implementation of augmented reality technology and its use in various areas of the company, the proposed business scenario, competitive adaptation in the face of digitalization of macro - and micro-environment. Attention is paid to methodological issues related to the study of the possibilities of using various technologies of augmented reality in business scenarios of competitive adaptation in the field of digitalization of business processes of an enterprise. The results of Express diagnostics of factors limiting the introduction and use of augmented reality technologies in the real sector of the economy.*

Conclusion. *The presented study represents the author's contribution to the increase of efficiency of activity of industrial enterprises in the digital economy.*

Keywords: digital economy, augmented reality technologies, virtual reality technologies and augmented reality technologies.

For quoting:

К.А. Logun, I.V. Roshchupkina Business scenarios for using augmented reality technologies in a modern manufacturing enterprise // Production Organizer. 2020.V.28. No 4. P. 16-26. DOI: 10.36622/VSTU.2020.63.24.002

Введение

На сегодняшний день можно констатировать, что новые технологии для компаний уже не роскошь, а необходимое условие для развития.[1] Использование новых инструментов уже не привилегия, а обязательное условие конкурентоспособности. [2,3] Своевременное, полномасштабное и качественное внедрение инновационных техник значительно трансформирует компании и выводит их на новый уровень производительности и эффективности.[4] В ближайшие 3-4 года, а для России этот срок может быть увеличен до 4-6 лет, будет наблюдаться устойчивая тенденция увеличения доли продуктов технологии расширенной реальности. [5,6] Важно отметить, что по состоянию на 2017 год аналитики Gartner оценили зрелость технологии расширенной реальности как недостаточную и тем более удивительно, что спустя год уровень зрелости технологии был оценен как достаточный для исключения виртуальной реальности из списка развивающихся технологий.[7] Существующие решения уже охватывают многие сферы: инструменты автоматизации процессов и повышения производительности труда, обучение сотрудников, снижение брака продукции, повышение эффективности логистических процессов, обеспечение безопасности труда.

Например, используя приложения технологии расширенной реальности, рабочие могут быстро получить доступ к инструкциям и руководствам для любой детали (в виде визуальной трехмерной анимации, видео, аудио, фотографий, картинок или графиков). Кроме того, есть мнение, что такой подход позволяет снизить требования к квалификации специалистов, а также сократить время на изучение и просмотр рабочих инструкций. Более того, сама система способна распознать форму детали и ее номер и вовремя подсказать, если техник предпринял ошибочные действия по ее установке.

По прогнозам специалистов, на горизонте 2020-2022 годов промышленные приложения расширенной реальности будут превосходить

потребительские приложения по сегментам рынка и эта тенденция будет только расти.[8]

Целью исследования является попытка определить актуальные направления использования технологий расширенной реальности в современных условиях развития российской экономики и производства, а также выявить и оценить факторы, сдерживающие их применение на современном российском предприятии.

Теоретические основы исследования

В условиях все ускоряющейся цифровизации экономики и общества в целом специалисты выделяют четыре типа «реальностей». Обратимся к их рассмотрению.

Во-первых, это RR (Real Reality, реальная реальность) – это физический мир, в котором мы с вами живем.

Во-вторых, VR (Virtual Reality, виртуальная реальность). (Virtual reality, VR) —это технология, которая ограждает пользователя от RR, вместо этого заменяя каждый аспект реальности искусственным окружением. Для этого существует огромное количество устройств, которые полностью заполняют поле зрения пользователя и заменяют RR. [11,12]

В-третьих, AR (Augmented Reality, дополненная реальность) - это технология, которая дополняет RR компьютерными изображениями любого рода. [13,14]

В четвертых, MR (Mixed Reality, смешанная реальность). Она схожа по определению с AR, однако помимо простого размещения изображений и текста поверх RR, эта технология направлена на создание среды, в которой пользователь будет обрабатывать объекты, как если бы они были они находились перед ним самом деле.

XR (Extended Reality, Cross Reality, расширенная реальность) «перекрестной реальности», которая представляет собой любое аппаратное обеспечение, объединяющее аспекты AR, MR и VR. [15,16]

Конечные устройства, помогающие реализовать XR-технологии на производственном объекте, сильно различаются в зависимости от разработчика. Это может быть и смартфон, и

планшет, в наиболее технологичных проектах их роль выполняют специальные очки.

К числу тех, кто пошел самым простым путем с точки зрения использования аппаратных средств, относятся, например, HyperIndustry и EON Reality. Эти компании в качестве пользовательского устройства используют планшет или смартфон под управлением Android. Плюсы такого метода в том, что современные мобильные устройства обладают достаточными вычислительными ресурсами для отрисовки сложной трехмерной графики (например, при демонстрации какого-либо узла механизма). Они с легкостью и практически без задержек накладывают на реальное изображение механизма схемы и метки, что облегчает работу техника и снижает требования к его знаниям. [13]

Однако, минусы такого подхода весьма существенны. Далеко не всегда на производстве можно занять одну руку специалиста мобильным устройством, к тому же, изначально ни планшет, ни смартфон не предназначались для такого рода использования.

К другому типу решений относятся системы удаленного присутствия, где роль носимого устройства играют специальные «умные» очки, оборудованные дисплеем, камерой и микрофоном. Среди таких комплексов выделяются Skylight компании Upskill и российская разработка Itorum MR на основе очков дополненной реальности Vuzix M 300. Кроме того, такие

комплексы могут быть оснащены устройствами пригодными для использования в сложных условиях, например, такими, как RealWear HTM-1. [17]

По оценкам специалистов именно данный тип устройств имеет наибольшие шансы получить широкое применение на предприятиях промышленности. Опыт применения подобных устройств показал, что они хорошо справляются со своей задачей и обладают относительно небольшим весом. Они достаточно удобны и дешевле бинокулярных решений. Бинокулярные решения типа Hololens пока плохо предназначены для использования на производстве в первую очередь из-за ограниченного времени работы, веса и чувствительности к условиям внешней среды.

Решения именно такого типа, то есть «умные», но легкие и недорогие очки, пока показывают себя наиболее эффективно, что доказали проекты Boeing, Coca-Cola и General Electric.[17] Первая компания в этом списке благодаря монокулярным очкам, смогла не только увеличить скорость сборки некоторых узлов самолетов, но и вдвое снизить частоту ошибок технического персонала.

Промышленные решения на базе VR/AR-технологий представлены на рисунке 1.

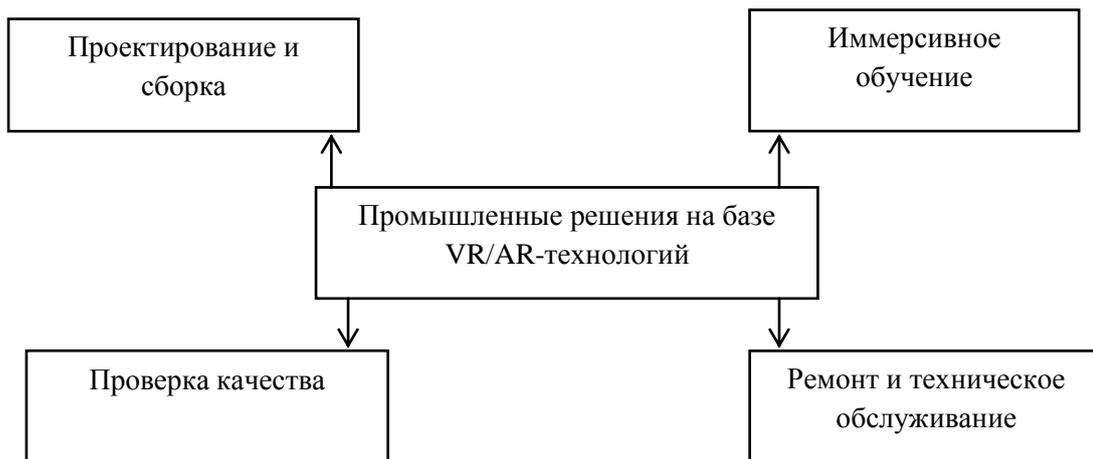


Рис. 1. Промышленные решения на базе VR/AR-технологий
 Fig. 1. Industrial solutions based on VR / AR technologies

Итак, VR / AR -технологии позволяют перестроить существующие процессы и трансформации цепочки создания стоимости. Основные направления использования VR / AR в промышленности:

- проектирование и сборка: цифровое моделирование конструкции и эксплуатации оборудования, тестирование и изменение цифровой модели перед внедрением " в металл";
- иммерсивное обучение: погружение сотрудника в виртуальную среду, которая позволяет ему принимать решения в безопасной и / или цифровой среде;
- проверка качества: быстрый, тщательный контроль и контроль с использованием средств визуализации и информации;
- ремонт и техническое обслуживание, использование визуализации и информации в режиме реального времени, для поддержки выполнения задач технического обслуживания или ремонта.[14]

Внедрение технологий «Индустрии 4.0» непростое решение, требующее стратегически

обоснованную позицию, крупные капиталовложения, изменение культуры, новые навыки и компетенции. . [9,10] Исходя из этого, далеко не все компании принимают решение о своевременном внедрении технологий и именно поэтому важным становится выявление наиболее актуальных на сегодняшний день бизнес-сценариев использования технологий расширенной реальности, что потенциально может помочь на современном производственном предприятиях сориентироваться в непростых условиях внешней среды и, как минимум, не потерять свою конкурентоспособность.

Методология и результаты исследования

В рамках данной работы авторами статьи проведено исследование, состоящее из двух: кабинетного, в основе которого лежит изучение различных интернет-источников по изучаемой теме, а также полевого, целью которого было углубить, расширить полученные данные в ходе анализа уже собранной вторичной информации.

Общая схема исследования приведена на рисунке 2.

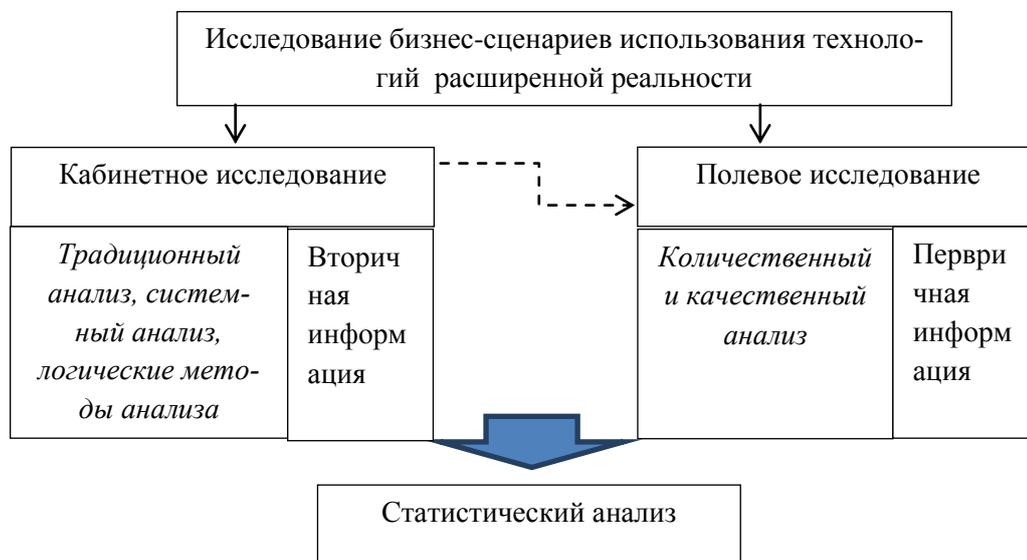


Рис. 2. Общая схема исследования бизнес-сценариев использования технологий расширенной реальности

Fig. 2. General scheme of business scenarios research for using augmented reality technologies

В ходе кабинетного исследования был изучен опыт компаний, которые уже используются в экспериментальном или промышленном режиме технологии расширенной реальности (VR / AR технологии). Отметим, что в разрезе по отраслям VR / AR наиболее активно использует-

ся в сегменте ИТ-компаний (40% респондентов), металлургии (33% респондентов), телекоммуникаций и нефтегазовой промышленности (25% каждый).[7]

Также стоит отметить, что популярность VR / AR как технологического тренда в России (по

данным KPMG) значительно ниже популярности VR / AR в глобальном масштабе (по данным Gartner) – в России технологии расширенной реальности занимают восьмое место из восьми, а в мире они на шестом месте из 10 представленных.

Авторами были проанализированы бизнес-сценарии использования VR / AR технологий, выявленные экспертами и представленными в отчете CapGemini. В обобщенном виде основные сценарии использования технологий расширенной в промышленности с указанием вида технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1

Бизнес-сценарии использования технологий расширенной реальности
на промышленном предприятии
Business scenarios for using augmented reality technologies in an industrial enterprise

Бизнес-сценарии	Технология	
	VR	AR
Цифровые инструкции по сборке/разборке и конфигурированию оборудования. Использование инструкций по сборке в процессе обучения.		+
Виртуальные тренировки по сборке/ разборке, ремонту и обслуживанию оборудования	+	
Виртуальные тренировки по работе в условиях повышенной опасности. Виртуальные тренировки по поведению в экстремальных ситуациях и ликвидации аварий	+	
Реализация режима "Удаленный эксперт" с целью помощи и руководства действиями операционного персонала		+
Наложение данных в реальном времени на реальные детали машин.		+
Сравнение физической и виртуальной версий оборудования		+
Просмотр справочных видео и цифровых руководств		+
Визуализация исторических записей техобслуживания и представление рекомендаций по выполняемым задачам		+
Визуализация инфраструктурного проекта с разных точек зрения. Визуализация специфических компонентов и функций за физическими границами оборудования		+
Визуализация `цифрового двойника" с целью имитации реальной среды	+	+
Предварительная концепция дизайна, полностью созданная средствами VR	+	
Удаленное взаимодействие между различными локациями с целью просмотра одних и тех же проектных данных и разрешения конфликтных ситуаций	+	+
Электронные границы опасных зон		+
Виртуальный осмотр производственной площадки	+	
Изменение ракурса при визуальном осмотре оборудования	+	

Как мы видим из таблицы 1, перечень сценариев использования технологий расширенной реальности в бизнесе достаточно широк, при этом среди них можно выделить и достаточно крупные, которые требуют разбивки и детальной проработки и мелкие, представляющие собой конкретную операцию.

Обратим внимание, что только 21 процент вовлеченных компаний, исследуемых KPMG, объявили о том, что они планируют внедрить решения с использованием технологии VR/AR в течение ближайших 2 лет. Этот относительно низкий процент, по-видимому, означает, что

компаниям еще не понимают (или не имеют в своем распоряжении убедительного технико-экономического обоснования), какие конкретные преимущества VR/AR-решения могут предложить компаниям.

Одна из самых инновационных промышленных компаний в мире - General Electric - подробно отчиталась о результатах внедрения системы удаленного присутствия на основе дополненной реальности в рамках цеха турбин на американском заводе в Цинциннати. В зависимости от конкретных операций экономия времени сборщиков составляла от 8 до 25%

времени, и всё это достигается при сопутствующем снижении вероятности ошибки. Примечательна реакция самих инженеров-сборщиков: несмотря на устоявшиеся производственные привычки, 85% из них подтвердили, что гарнитура дополненной реальности помогает снизить количество ошибок, а 60% всех участников хотели бы использовать гарнитуру в повседневной работе. [7]

Но несмотря на впечатляющие результаты, есть и проблемные вопросы. Например, опытные ИТ-директора знают не понаслышке, что экономический эффект какого-либо нововведения в бизнес-процессе может быть «съеден» не всегда просчитываемыми затратами на интеграцию. Обратимся к цифрам: стоимость одного комплекта очков, используемых в решении Itoqum MR, равна 1500 евро, а год абонентского обслуживания решения от 100 до 150 тыс. руб. в зависимости от комплектации.

Итак, на сегодняшний день перечень основных препятствий можно представить следующим образом:

1. Отсутствие долгосрочной мотивации к трансформациям в погоне за быстрыми результатами. Это основная причина. Цифровизация бизнеса может повысить качество и экологичность продукции, эффективность управления цепочкой поставок и рост лояльности клиентов, но не всегда приводит к увеличению производительности труда.

2. Отсутствие стратегического вектора и эффективно выстроенных процессов, которые являются основой роботизации и внедрения продвинутой аналитики. Можно провести аналогию с человеком, который не хочет ходить в

спортзал, но очень желает получить костюм человека-паука. Логично все же сначала создать мышечный корсет, который сможет управлять супер-костюмом, а потом уже купить сам супер-костюм.

3. Низкий уровень автоматизации и цифровизации, отсутствие данных, которые можно было бы анализировать.

4. Недостаток квалифицированных специалистов по цифровым технологиям в промышленности, которые одновременно хорошо разбирались бы как в отраслевых технологических процессах, так и в новейших цифровых инструментах.

5. Низкая цифровая культура руководства и недостаточное понимание механизма применения цифровых методов и их эффекта, консервативное отношение к новшествам, особенно в отраслях и процессах, где требуется высокая надежность, и в тех подразделениях, где понятие «прорывные технологии» принимают с опаской.

6. Дополнительно существенную роль играет и фактор устаревшего технического регулирования, осложняющий внедрение новых технологий.

7. Наконец, стоит отметить высокую стоимость внедрения.

В ходе полевого исследования перечисленные факторы и их влияние на работу предприятий были изучены на примере среднего и крупного бизнеса г. Воронежа и г. Магадана.

Выборка предприятий для проведения полевого исследования представлена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика выборки предприятий для проведения полевого исследования
Characteristics of the sample of enterprises for field research

Регион	Количество	Отраслевая принадлежность	Масштаб бизнеса
г. Магадан	5	Химическая промышленность	Средний бизнес
г. Воронеж	5	Пищевая промышленность	Крупный бизнес
		Машиностроение	

В ходе исследования экспертам-сотрудникам предприятия среднего звена были предложены опросные листы с перечнем факторов препятствия внедрения VR/AR-технологий на промышленных предприятиях, среди которых были выделены:

1. Высокая стоимость внедрения.
2. Технические ограничения, высокая сложность внедрения.
3. Неочевидная польза от внедрения подобных технологий.
4. Нежелание специалистов внедрять и применять новые, «необкатанные» технологии.

5. Сопротивление консерваторов как среди руководства.

6. Дефицит квалифицированных специалистов.

Препятствия внедрения VR/AR-технологий предлагалось оценить по пятибалльной шкале, где 5- сильное препятствие, а 1 -не является препятствием.

Результаты обработки опросных листов по факторам препятствия внедрения технологий расширенной реальности на промышленных предприятиях г. Магадана и г. Воронежа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Анализ факторов препятствия внедрения VR/AR-технологий на промышленных предприятиях г. Магадана и г. Воронежа

Analysis of factors that hinder the introduction of VR/AR technologies at industrial enterprises in Magadan and Voronezh

Факторы	Усредненное значение оценки критичности			Относительное изменение оценки критичности		Направленность тенденции изменения фактора
	2018	2019	2020	2019/2018	2020/2019	
Высокая стоимость внедрения	5	5	5	1,0	1,0	Стагнация
Технические ограничения, высокая сложность внедрения	4	3	3	0,8	1,0	Положительная
Неочевидная польза от внедрения подобных технологий	3	3	2	1,0	0,7	Положительная
Нежелание специалистов внедрять и применять новые, «необкатанные» технологии	4	3	2	0,8	0,7	Положительная
Сопротивление консерваторов как среди руководства	3	2	2	0,7	1,0	Положительная
Дефицит квалифицированных специалистов	4	3	2	0,8	0,7	Положительная
Среднее значение экспертной оценки	3,833	3,167	2,667	0,8	0,8	Положительная
Мода	4	3	2			

Итак, как видно из таблицы 3, за три года оцениваемого периода перечень препятствий не изменился, просто сами факторы, несколько поменялись местами «важности», отразив, с одной стороны, прогресс в технологиях, а с другой стороны – повышение просвещенности и готовности предприятий к экспериментам в данном направлении.

Особо отметим, что среди сдерживающих факторов нет факторов с оценкой 1, что говорит о том, что вопрос с внедрением технологий расширенной реальности еще далеко от полного решения. Наибольшее сдерживающее влияние оказывает фактор «Высокая стоимость внедрения» и, что примечательно, он не «сдал свои позиции» в течении последних трех лет, а, по мнению, авторов, исходя из сегодняшней ситуации в экономике, останется одним из самых важных препятствий еще не один год.

Критичность всех остальных факторов, а среди них технические ограничения, высокая сложность внедрения, неочевидная польза от внедрения подобных технологий, нежелание специалистов внедрять и применять новые технологии, сопротивление консерваторов как среди руководства, а также дефицит квалифицированных специалистов, неуклонно снижается, что говорит о развитии соответствующих техно-

логий, делающих их более доступными и понятными, а также повышения уровня соответствия образования новым вызовам.

Среднее значение экспертной оценки неуклонно снижается от 3,833 до 2,667. Показатель моды за три изучаемых года изменился от значения 4 до значения 2. В целом, направленность тенденции изменения всех фактора, сдерживающих внедрение технологий расширенной реальности на предприятиях, можно оценить как положительную, кроме одного- «Высокая стоимость внедрения», где превалирует стагнация.

Вывод

В ближайшие 3-5 лет количество проектов по интеграции расширенной реальности в процессы производства и технического обслуживания в различных отраслях, от пищевой до авиационной промышленности, будет неуклонно увеличиваться. В сложных экономических условиях и с усилением конкуренции любое заметное повышение эффективности внутренних процессов может дать значительное преимущество на рынке. Существенным преимуществом технологий расширенной реальности для российского рынка является то, что технические проблемы, характерные для инноваций, уже решены зарубежными компаниями-интеграторами. Однако, отставание от технологий Четвертой промышленной революции сегодня означает добровольное предоставление рынка конкурентам в ближайшем будущем.

В данных условиях первоочередной задачей компаний является повышение эффективности текущих процессов, которые в будущем планируются оцифровывать. Необходимо определить перспективные области применения технологий «Индустрии 4.0», оценить ключевые направления и потенциальный эффект.

Для успешной реализации такой стратегии необходимо четко разяснить преимущества применения цифровых технологий на всех уровнях управления, создать внутри компании цифровую культуру, поощряющую эксперименты и быстрое освоение новых технологий.

Наличие специалистов по цифровым технологиям в компании – важнейший фактор успеха цифровой стратегии, поэтому необходимо создание системы подбора и удержания таких кадров и обучения существующих и потенциальных сотрудников цифровым дисциплинам.

Для этого необходимо совместно с технологическими компаниями, ВУЗами и организациями профессионального образования разрабатывать образовательные программы, в том числе предусматривающие получение двойных специальностей и стажировку на предприятиях.

Развитие технологий «Индустрии 4.0» требует концентрации ресурсов, поэтому компаниям необходимо формировать отраслевые партнерства для совместного финансирования проектов, снижения рисков, взаимодействия с государственными органами, технологическими компаниями и исследовательскими центрами, в рамках которых создавать экспертно-консультационные центры, образцовые предприятия, разрабатывать отраслевые платформы, решения и стандарты.

Крупные компании могут наладить взаимодействие с технологическими предпринимателями и специалистами по цифровым технологиям путем формирования собственных венчурных фондов и бизнес-инкубаторов, специализирующихся на технологиях «Индустрии 4.0», а также в рамках технологических конкурсов, направленных на решение конкретных проблем и бизнес-задач.

В тоже время, принимая во внимание условия, в которых работают российские компании, не будем забывать о таких нюансах, как необходимость надежного беспроводного покрытия и соответствующей защиты каналов передачи данных от взлома, однако, но эти препятствия нельзя назвать непреодолимыми.

Библиографический список

1. Доклад о мировом развитии «Цифровые дивиденды» [Эл. ресурс]: Режим доступа: <http://www.inesnet.ru/>
2. Tolstykh T.O., Kretova N. N., Trushevskaya A.A., Dedova E. S., Lutsenko M.S. Problems and Prospects for Implementing Inter-dimensional and Inter-industry Projects in Digital Economy / Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018
3. Tolstykh, T.O., Kretova, N.N., Logun, K.A., Popikov, A.A., Kuznetsov, V.P. Directions and resource support of information and communication policy of hi-tech enterprises in the conditions

of digitalization of the economy//Lecture Notes in Networks and Systems 73, с. 1275-1285. 2020.

4. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы

5. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «технологии виртуальной и дополненной реальности» [Эл. ресурс]: Режим доступа:

<https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrrar.pdf>

6. Российская Ассоциация дополненной и виртуальной реальности (AVRA). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ar-vr.org/>

7. Рынок промышленных VR/AR-решений в России. Исследование TAdviser [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/%>

8. Фонд развития интернет-инициатив, [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фонд_развития_интернет-инициатив.

9. Кретова, Н.Н. Предпосылки формирования и основные черты информационной экономики / Н.Н. Кретова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2007. - Т. 3. - № 9. - С. 65-66.

10. Кретова Н.Н. Особенности функционирования предприятий в условиях развития интернет-экономики / Н.Н.Кретова, И.В.Рощупкина // В сборнике: Вопросы экономики, организации и управления в хозяйствующих субъектах Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2016. С. 36-38.

11. Виртуальная реальность Virtual Reality (VR), [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>

12. Технология виртуальной реальности. Виртуальная реальность Virtual Reality (VR) , [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_%28VR%2C_Virtual_Reality%29#.D0.9E.D1.86.D0.B5.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B8_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.

13. Все, что нужно знать про VR/AR-технологии, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rb.ru/story/vsyo-o-vr-ar/>.

14. AR vs VR vs MR: различия технологий и сферы применения [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://dtf.ru/gamedev/75208-ar-vs-vr-vs-mr-razlichiya-tehnologiy-i-sfery-primeneniya>

15. VR и XR нового поколения: как блокчейн улучшает расширенную реальность [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://decenter.org/ru/vr-xr-blokchein>

16. Virtual & Augmented Reality for Business (Enterprise White Paper), [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.thevrara.com/blog2/2018/4/10/virtual-augmented-reality-for-business-enterprise-white-paper-download>.

17. Дополненная реальность в российской промышленности: бесполезна или необходима [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vc.ru/flood/32831-dopolnennaya-realnost-v-rossiyskoy-promyshlennosti-bespolezna>

Поступила в редакцию – 07 октября 2020 г.

Принята в печать – 14 октября 2020 г.

Bibliography

1. The world development report "Digital dividend" [El. resource]: access Mode: <http://www.inesnet.ru/>

2. Tolstykh O. T., Kretova N. N., Trushevskaya A. A., Dedova E. S., Lutsenko M. S. Problems and Prospects for Implementing Inter-dimensional and Inter-industry Projects in the Digital Economy / Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018

3. Tolstykh, T. O. Kretova, N. N., Logun, K. A., Popikov A. A., Kuznetsov, V. P. Directions and resource support of information and communication policy of hi-tech enterprises in the conditions of digitalization of the economy//Lecture Notes in Networks and Systems 73, pp. 1275-1285. 2020.

4. The strategy of information society development in Russian Federation to 2017 - 2030

5. Road map for the development of " end-to-end "digital technology" virtual and augmented reality technologies " [electronic resource]: access Mode: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrrar.pdf>

6. Russian Association of augmented and virtual reality (AVRA). [Electronic resource] - access Mode: <http://ar-vr.org/>
7. The market for industrial VR/AR solutions in Russia. Tadviser Research [Electronic resource].- Mode of access: <http://www.tadviser.ru/index.php/>
8. Fund for the development of Internet initiatives, [Electronic resource] - access Mode: https://ru.wikipedia.org/wiki/Фонд_развития_интернет-инициатив.
9. Kretova, N. N. Prerequisites for the formation and main features of the information economy / N. N. Kretova // Bulletin of Voronezh state technical University. - 2007. - Vol. 3. - No. 9. - P. 65-66.
10. Kretova N. N. Features of functioning of enterprises in the conditions of development of the Internet economy / N. N. Kretova, I. V. roshchupkina // In the collection: Questions of Economics, organization and management in economic entities interuniversity collection of scientific papers. Voronezh, 2016. Pp. 36-38.
11. Virtual reality Virtual Reality (VR), [Electronic resource] - access Mode: <http://www.tadviser.ru/index.php/>
12. The technology of virtual reality. Virtual reality Virtual Reality (VR) [Electronic resource] – Mode of access: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Виртуальная_реальность_%28VR%2C_Virtual_Reality%29#.D0.9E.D1.86.D0.B5.D0.BD.D0.BA.D0.B0_.D0.B8_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.
13. Everything you need to know about VR/AR technologies, [Electronic resource] - access Mode: <https://rb.ru/story/vsyo-o-vr-ar/>.
14. AR vs VR vs MR: differences between technologies and applications [Electronic resource].- Mode of access: <https://dtf.ru/gamedev/75208-ar-vs-vr-vs-mr-razlichiya-tehnologiy-i-sfery-primeneniya>
15. VR and XR of the new generation: how the blockchain improves augmented reality [Electronic resource].- Mode of access: <https://decenter.org/ru/vr-xr-blokchein>
16. Virtual & Augmented Reality for Business (Enterprise White Paper), [Electronic resource] - access Mode: <http://www.thevrara.com/blog2/2018/4/10/virtual-augmented-reality-for-business-enterprise-white-paper-download>.
17. Augmented reality in Russian industry: useless or necessary [Electronic resource] - access Mode: <https://vc.ru/flood/32831-dopolnennaya-realnost-v-rossiyskoy-promyshlennosti-bespolezna>

Received – 07 October 2020
Accepted for publication – 14 October 2020