

Применение VR-технологий в обучении персонала в промышленном кластере

Application of VR technologies in personnel training in an industrial cluster

УДК 338

Получено: 10.05.2022

Одобрено: 30.05.2022

Опубликовано: 25.06.2022

Чуланова О.Л.

Д-р экон. наук, профессор кафедры государственного и муниципального управления и управления персоналом Сургутского государственного университета, Сургутский государственный университет, г. Сургут
e-mail: chol9207@mail.ru

Chulanova O.L.

Doctor of Economics, Professor of the Department of State and Municipal Administration and Personnel Management of Surgut State University, Surgut State University, Surgut
e-mail: chol9207@mail.ru

Хайбуллова К.Н.

Студентка 2 курса магистратуры направления «Управление персоналом», Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
e-mail: khaibullova.karina@yandex.ru

Khaibullova K.N.

2nd year student of Master's degree in Human Resources management, Plekhanov Russian University of Economics
e-mail: khaibullova.karina@yandex.ru

Аннотация

В статье рассмотрено развитие отрасли искусственного интеллекта, AR и VR, в том числе отмечено нарастание использования технологий искусственного интеллекта, VR, AR в промышленном кластере. Представлены примеры российских компаний, обучающих производственный персонал с использованием VR-технологий. В статье приведены предпосылки, возможности и риски внедрения VR-обучения как инновационного элемента HR-стратегии, разработана логическая схема внедрения VR-обучения в HR-службу.

Ключевые слова: VR, AR, искусственный интеллект, промышленный кластер, обучение персонала, VR в обучении персонала.

Abstract

The article considers the development of the artificial intelligence industry, AR and VR, including the increase in the use of artificial intelligence technologies, VR, AR in the industrial cluster. Examples of Russian companies that train production personnel using VR technologies are presented. The article presents the prerequisites, opportunities and risks of introducing VR-learning as an innovative element of the HR strategy, developed a logical scheme for introducing VR-learning into staff training.

Keywords: VR, AR, artificial intelligence, industrial cluster, training, VR in training.

Введение (актуальность). За последние годы стремительное развитие отрасли искусственного интеллекта, VR, AR в России начало давать свои результаты. В том числе

нарастает использование технологий искусственного интеллекта, VR, AR в промышленном кластере, что требует изменений в подходе к обучению и развитию персонала в данном сегменте. Особый интерес вызывают VR-технологии как прогрессивный метод обучения. Особенно актуально применение VR-технологий в обучении производственного персонала, направленное на получение практикоориентированных навыков, создание множества моделей проработки производственных задач, минимизации рисков травматизма при допущении ошибок во время обучения, а также обучение работе на современном высокотехнологичном оборудовании с минимальными рисками и временными затратами. В статье рассмотрена актуальность внедрения VR-обучения как инновационного элемента HR-стратегии с учетом возрастания предприятий промышленного кластера, разрабатывающих и использующих технологии искусственного интеллекта в производственных процессах.

Цель исследования – исследование возможностей и рисков внедрения VR-обучения как инновационного элемента HR-стратегии.

Задачами выступают анализ развития отрасли искусственного интеллекта, AR и VR в России, изучение возможности применения VR-технологий для обучения персонала и практических примеров российских компаний, обучающих производственный персонал с использованием VR-технологий, а также формирование предпосылок внедрения VR-обучения в предприятия промышленного кластера.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методологическую основу исследования составили работы российских и зарубежных ученых, занимающихся интеграцией современных кадровых технологий в работу с персоналом современных организаций (в частности, внедрением технологии VR и AR в обучение персонала).

Для достижения целей исследования были использованы следующие методы: методы сравнительного и логического анализа, библиометрический метод, метод оценки статистических данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Потенциал применения виртуальной и дополненной реальности в обучении управленческого персонала довольно высок. Т.Б. Чистякова, Г. Райниг, И.В. Новожилова представили результаты своего исследования [1], в котором рассмотрели возможность применения интеллектуальных компьютерных тренажеров для обучения управлению технологическими процессами на базе имитационных математических моделей с использованием 2D и 3D интерфейсов, а также виртуальной реальности (Immersive Training). В своем исследовании авторы отмечают преимущества использования интеллектуальных компьютерных тренажеров при подготовке управленческого производственного персонала. Прогнозируемый результат такого обучения – приобретение опыта и навыков поведения в аварийных ситуациях, глубокое понимание причинно-следственных связей в объекте, быстрой реакции на неполадки, снижения психологической перегрузки, увеличения уверенности и самостоятельного решения задач управления.

Возможности применения VR и AR в образовании представлены в исследовании Ю.А. Айвазовой и Н.Ш. Козловой [2]. Особенности применения данных технологий в обучении персонала представлены в работах многих исследователей [3]. Уже есть хорошие результаты применения VR при изучении иностранных языков [4].

Под виртуальной реальностью как технологией понимается искусственно воссозданная с помощью применения компьютерных технологий окружающая среда, поддающаяся проникновению и изменению со стороны человека. Попав в такой тип реальности, пользователь обладает возможностью взаимодействовать не только с вымышленными персонажами, но и с другими людьми, также погруженными в виртуальность [5].

В данном случае виртуальная реальность рассматривается как технологии. То есть, соответствующие характеристики данного понятия будут следующими: воссоздание трёхмерных и двухмерных объектов и предметов окружения в виде компьютерных полигональных моделей; создание с помощью программирования окружения

максимально возможно приближенного к реальной действительности; реализация возможности перемещения в трёхмерном пространстве не только так, как это возможно в реальности, но и свыше границ материального мира; обработка действий погружаемого в виртуальную реальность индивида, будь то повороты и наклоны головой, взаимодействие виртуальными руками с коллизией воссозданного трёхмерного окружения [6].

С каждым годом технологии развиваются стремительными темпами и рассматриваемые нами технологии VR и AR дошли и до сферы обучения в различных областях.

Появляются возможности использовать VR и AR технологии не только для непосредственного проведения операций и их планирования, но и как способ передачи знаний и обучения сложным процедурам. В медицинских колледжах и университетах дополненная реальность интегрирована даже в текущие программы обучения, используя как дополнительный источник информации. Например, наведя камерой на иллюстрации органа или части тела в учебнике, они будут отображаться в смартфоне в виде объемной, интерактивной 3D модели, которую можно рассматривать более подробно, чем в учебнике. Производится использование визуализации для обучения и отработки навыков. Таким образом, производится развитие Hard skills.

VR очень успешен в сферах, где наличие опыта и понимание сложных процессов стоят на первом месте. Под такую характеристику сразу же подходит обучение хирургов, так как эта технология может позволить изучать системы организма изнутри или потренироваться, например, в проведении сложных операций на сердце [7].

В 2017 г. Министерством образования США проводился конкурс EdSim Challenge, в котором бросался вызов сообществам разработчиков виртуальной реальности, видеоигр и образовательных технологий представить концепции иммерсивных симуляций, которые бы подготовили обучающихся к глобальной конкурентоспособной рабочей силе 21 в. Так обучение в виртуальной реальности как технологии для визуализации по достоинству оценили хирурги – победителем престижного конкурса EdSim Challenge стал проект Virtual reality для обучения хирургов «Osso VR». Исследователи доказали, что обучение в VR оказалось в 2 раза эффективнее других методов обучения.

VR затронул и насущную проблему 2021 г. – COVID-19. В этом году компания выпустила две бесплатные симуляции по COVID-19 в образовательных целях. По словам разработчиков, этот проект был создан при поддержке врачей, которые столкнулись с пандемией коронавируса в Вашингтоне и Калифорнии. Так, симуляции дают представление и первоначальное понимание работы со средствами индивидуальной защиты, а также по диагностике заболевания и стационарного лечения.

В промышленности используют специальные виртуальные тренажеры для обучения новых сотрудников организации правилам работы с опасным или дорогостоящим оборудованием. За счет этого исключаются риски для жизни, вероятность поломки или вред для экологии.

Помимо сферы производства цифровизация захватывает и область промышленной безопасности, охраны труда. С помощью VR оборудования сотрудников погружают в специальную ситуацию для тренировки по ликвидации ЧС. Ощущения сравнимы с реальными, люди ощущают скорость, высоту и выполняют действия с очень опасными предметами, явлениями [8].

VR-симуляции могут научить обучаемых мыслить самостоятельно в критических моментах. А также в VR-симуляциях можно показывать последствия, что оказывает сильное влияние на мотивацию сотрудников выполнять регламенты и инструкции, снижает количество ошибок.

Потенциал применения виртуальной и дополненной реальности в обучении управленческого персонала довольно высок. С помощью той же виртуальной реальности можно натренировать социальные навыки управляющего персоналом работника.

Уже на сегодняшний день существует множество приложений для шлемов виртуальной реальности, в которых люди могут общаться, осуществлять разные взаимодействия и проводить вместе время. Equa IReality предлагает пользователю прожить ситуации с точки зрения совершенно другого человека. Можно выбрать себе пол,

возраст, расу, физические характеристики и особенности, после чего проиграть ту или иную ситуацию. Изначальной идеей при создании программы была мысль о том, чтобы уменьшить как социальное явление дискриминацию по гендерным, возрастным и физическим особенностям в офисных пространствах [9]. Однако, подобная программа также может позволить прочувствовать на себе опыт, например, обычного работника, находящегося в подчинении управляющего, как раз проходящего виртуальную тренировку в данный момент.

Для развития навыков презентации и выступлений также можно использовать виртуальную реальность, например, приложение *SpeakerGuru*. Особенность данного программного обеспечения заключается в том, что работник, который только развивает свои навыки выступления, ведёт презентацию чего-либо в виртуальной комнате перед аватарами своих коллег. Причём коллеги могут находиться где угодно, хоть у себя дома, но благодаря VR, все они способны в одно мгновение оказаться в зале совещаний. В *SpeakerGuru* можно также как и в реальной жизни задавать вопросы спикеру, аплодировать, выражать недовольство и давать советы о том, что стоит улучшить. В подобном формате выступлений намного проще отработать встречающиеся ошибки, а после обучения легче выступить перед уже реальной аудиторией живых людей [10].

На рынке существует приложение, с помощью которого можно учить иностранные языки – умение по-настоящему важное в наше время. Например, *MondlyVR* может предложить 20 иностранных языков, среди которых востребованные сегодня китайский, английский, французский, испанский и др. Причем в базу языков даже входит русский. Тренажёр погружает пользователя в разные типичные жизненные ситуации, где для прохождения необходимо разговаривать на разных языках, чему поможет обучающий интерфейс [9].

Для развития навыков командной работы и кооперации могут подойти различные соревновательные игры, в которых достижение успеха целиком зависит от слаженной командой работы. Подобных командных игр в виртуальной реальности огромное множество, например: *PavlovVR* – командная игра, во главе которой лежит противостояние двух сторон, победит та команда, которая выполнит необходимые предусмотренные действия, либо устранил всех соперников; *RecRoom* – представляет собой нечто похожее на *VRchat*, но с возможностью играть в различные командные игры, например, викторины, футбол, противостояние в средневековье и мн. др.

AR имеет свои особенности. Проводилось исследование ведущими нейробиологами из *Neuro-Insight* (компания, занимающаяся исследованиями подсознания человека в основном для бизнес-целей) над измерениями реакции мозга на дополненную реальность. В исследовании принимало участие около 150 респондентов, которым дали различные задачи с переводами иностранных фраз для выполнения одной половиной в дополненной реальности – использовали *GoogleWordLens*, а другой в приложениях без AR – *GoogleTranslate*. В результате было обнаружено, что дополненная реальность давала почти вдвое (1,9 раз) больший уровень вовлеченности в сравнении с показателями участников без AR. Это показывает то, что дополненная реальность дает возможность работать более эффективно, с большей отдачей, чем с аналогами, а уж тем более и без нее.

В связи с этим были бы полезны разработки AR приложений для управленцев, помогающих в повседневности. Например, показ надписи о должности над сотрудниками компании, напоминания о задачах и таймеры до их завершения, обозначение названий полок с документами и краткой характеристики каждого документа, при наведении на него и т.п. Все это дополнило бы и увеличило скорость работы, возможности управления, но, к сожалению, уменьшает самостоятельность и не дает возможности развивать навыки навсегда, расширяя границы возможностей только с постоянным использованием приложений [11].

Финансирование отрасли искусственного интеллекта в России осуществляется в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», одним из проектов которой является Федеральный проект «Искусственный интеллект», что увеличило финансирование развития технологий искусственного интеллекта в 2021 г. в 1,8 раз и составило 4,7 млрд руб., что отражено на рис. 1 [12].

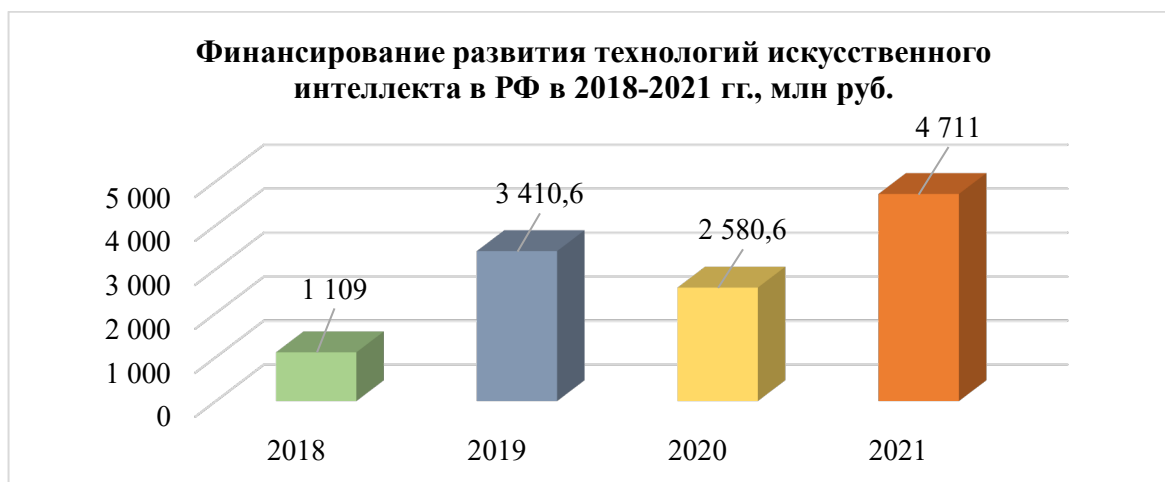


Рис. 1. Финансирование развития технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации за 2018-2021 гг., млн руб. [12]

По данным Центра компетенций Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект» в 2021 г. в России насчитывается около 400 компаний, занимающихся разработками в сфере искусственного интеллекта. Данные компании отображены на интерактивной карте искусственного интеллекта России [13]. Наиболее крупными сегментами, объединяющими 62% всех компаний на рынке, являются: компьютерное зрение (computer vision) – 76 компаний, решения для бизнеса (business Analytics) – 77 компаний, здравоохранение (healthcare) – 54 компании, NLP (naturallanguageprocessing) – 56, анализ данных (dataanalysis) – 49 компаний.

В промышленном кластере насчитывается 23 компании, в которых разрабатываются технологии искусственного интеллекта для планирования и управления производственными процессами. Например, Группа компаний «Цифра» занимается повышением эффективности российской промышленности с помощью AI и IIoT-платформы [14]. Компания «Кластек» является разработчиком и интегратором высоконагруженных клиент-серверных и многоуровневых комплексных решений с использованием мобильных технологий, промышленного интернета вещей (IIoT) и искусственного интеллекта [15].

При заданном курсе для успешного функционирования современным компаниям необходима цифровая трансформация, при которой происходит не просто внедрение технологического продукта, а изменение многих бизнес-процессов.

Особенно важно трансформировать HR-стратегию. С внедрением технологий искусственного интеллекта в промышленные предприятия меняются требования к персоналу, его обученности и компетентности. Одним из ключевых элементов HR-стратегии является обучение и развитие персонала как главного ресурса конкурентноспособной компании.

Безусловным флагманом в решении данной задачи выступают VR-технологии, дошедшие и до сферы обучения в различных областях. В процессе освоения и внедрения промышленными предприятиями технологий искусственного интеллекта традиционные методы обучения персонала устаревают. В качестве современного решения актуально внедрение VR-технологий для обучения производственного персонала, направленное на получение практикоориентированных навыков при возможности создания множества моделей проработки производственных задач, а также минимизации рисков травматизма и возникновения нештатных ситуаций в процессе обучения.

Ранее были представлены результаты авторских исследований возможности применения VR-технологий в разных отраслях [16], в том числе в HR, а именно в обучении производственного персонала на предприятиях энергокомплекса с применением teacher-симулятора [17]. В исследовании представлена разработка тренажера «Teacher-симулятор», как инструмента VR для совершенствования функции обучения производственного персонала на предприятиях энергокомплекса [18].

Получили признание разработки корпоративной VR-платформы «Vireim» для обучения персонала, которое заключается в отработке определенных навыков при помощи взаимодействия с виртуальным оборудованием, результатом которого будет снижение количества производственных ошибок при выполнении различных технологических процессов [19].

Некоторые крупные предприятия в России начали внедрять VR-технологии в обучение персонала. В АО «Атомэнергоремонт» технология VR включена в процесс обучения персонала техническому обслуживанию и ремонту оборудования [20]. В АО «ПО "Электрохимический завод"» введен в эксплуатацию программно-аппаратный комплекс виртуальной реальности (ПАК VR) для обучения электротехнического персонала предприятия практическим приемам безопасного производства работ и ликвидации аварийных ситуаций в электроустановках [21]¹. Полагается, что данные инновационные решения найдут применение во всей отрасли.

Проанализировав имеющийся опыт наработок в сфере возможностей VR-обучения, опыт крупных предприятий использования VR-технологий, возрастающую поддержку государства отрасли разработки технологий искусственного интеллекта, авторами сформированы предпосылки внедрения VR-обучения в предприятия промышленного кластера в SWOT-анализе (табл. 1).

¹АО «ПО «Электрохимический завод». На ЭХЗ для повышения эффективности подготовки электротехнического персонала начали использовать виртуальную реальность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ecp.ru/press-centr/news/2021/na-ehz-dlya-povysheniya-effektivnosti-podgotovki-elektrotehnicheskogo> (дата обращения: 15.02.2022).

SWOT-анализ предпосылок внедрения VR-обучения в предприятия промышленного кластера (составлено авторами)

<p align="center">Сильные стороны промышленных предприятий для внедрения VR-обучения</p>	<p align="center">Слабые стороны промышленных предприятий для внедрения VR-обучения</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Высокие финансовые возможности промышленных предприятий для приобретения VR-оборудования, VR-технологий ✓ Отсутствие возможности воссоздания реальных производственных условий при традиционном обучении (особенно воспроизведение нештатных чрезвычайных ситуаций на производстве) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Отсутствие в HR-службах отдела развития и обучения персонала на промышленных предприятиях ✓ Неналаженное взаимодействие HR-службы с производственными отделами
<p align="center">Возможности промышленных предприятий для внедрения VR-обучения</p>	<p align="center">Угрозы внедрения VR-обучения на промышленных предприятиях</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Использование технологий искусственного интеллекта в производственных процессах ✓ Наличие на базе промышленных предприятий центров обучения ✓ Высокие финансовые возможности для создания собственных VR-классов на территории предприятий 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Неэффективность внедрения VR-обучения ✓ Неготовность менеджеров к внедрению технологий VR-обучения ✓ Сложность в освоении VR-технологий сотрудниками старшего поколения

Источник: табл. составлена авторами.

VR-обучение как инновационная технология обучения персонала является одной из самых перспективных. VR-обучение позволяет создать эффект погружения в различные рабочие процессы, а также создать различные модели виртуальной среды, направленные на решения множества производственных задач.

Авторами проведен анализ преимуществ использования VR-обучения, а также идентифицированы и классифицированы потенциальные риски и варианты их минимизации в табл. 2.

Таблица 2

Преимущества использования VR-обучения, а также классификация потенциальных рисков и варианты их минимизации (составлено авторами)

Преимущества VR-обучения	Риски внедрения VR-обучения	Мероприятия по минимизации рисков
Создание множества сценариев нештатных ситуаций, которые сложно воссоздать в реальности	Организационные риски	
	Неготовность руководителей перестраивать процесс обучения персонала	Демонстрация пилотной версии внедрения проекта VR-обучения с расчетами преимуществ использования
Сокращение временных затрат на обучение персонала	Скептическое отношение сотрудников к технологиям VR-обучения	Правильный инструктаж обучающихся, вовлечение в процесс VR-обучения
Высокая вовлеченность сотрудников в процесс обучения		

Возможность отслеживания морально-психологического состояния обучающихся	Недостаток специалистов для внедрения VR-обучения	Использование компетентной помощи приглашенных экспертов
	Недостаточное техническое обеспечение для внедрения VR-обучения	Приобретение VR-технологий и сопутствующего оборудования
Поднятие инновационного имиджа предприятия, формирование бренда работодателя	Интеграционные риски	
	Неэффективность использования VR-обучения	Поэтапное планирование внедрения VR-обучения, комплексный подход к отбору специалистов для проекта, налаженное взаимодействие внешних экспертов, специалистов кадровой службы и технических специалистов
	Длительная отдача от внедрения VR-обучения	
Минимизация рисков травматизма при обучении	Недостаточная интеграция VR-обучения в существующую программу обучения	Совместная работа всех сотрудников центра обучения и синхронизация целей и задач обучения с VR-обучением
Модернизация процесса обучения		

Источник: табл. составлена автором.

Авторами разработана логическая схема внедрения VR-обучения в HR-службу, представленная на рис. 2.

Ранее было сказано о целесообразности и важности трансформации HR-стратегии промышленных предприятий наряду с процессом внедрения инноваций в производственные процессы. Авторами было выявлено соотношение преимуществ технологии VR-обучения со стратегическими целями HR-службы в табл. 3.

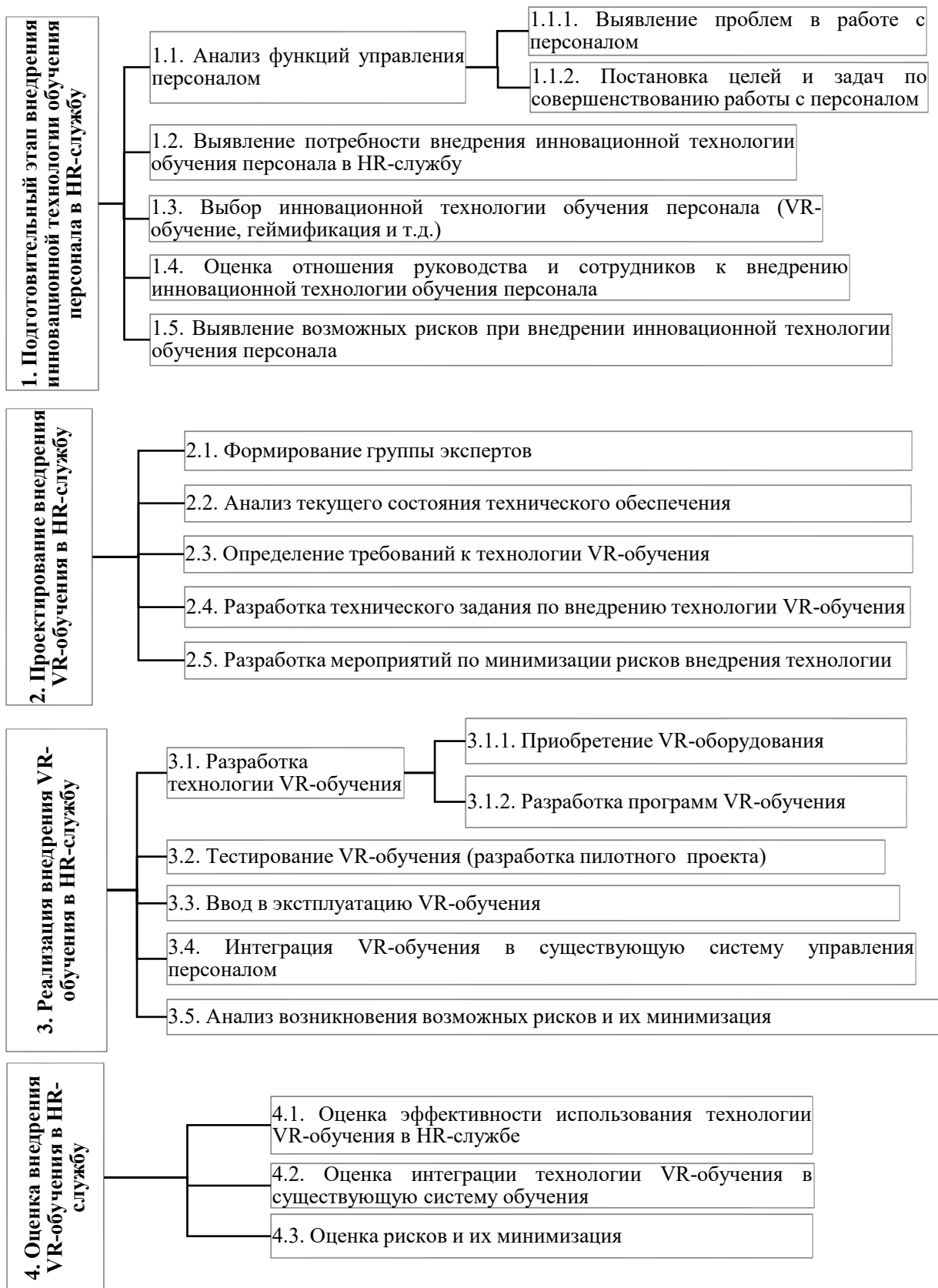


Рис. 2. Логическая схема внедрения VR-обучения в обучение персонала (составлено авторами)

**Соотношение преимуществ технологии VR-обучения со стратегическими целями
HR-службы (составлено авторами)**

Цели стратегического управления персоналом	Преимущества технологии VR-обучения
Развитие системы адаптации новых сотрудников	Гибкое обучение новых сотрудников практическим навыкам, а именно подстраивание программ под индивидуальные навыки сотрудника, а также исключение случаев травматизма неопытных сотрудников
Создание условий труда	Создание безопасных условий обучения персонала (особенно при адаптации), тем самым увеличение уровня безопасности сотрудников
Использование прогрессивных способов обучения и развития персонала	VR-обучение является современной технологией, которая усовершенствует и дополнит процесс обучения
Создание коллектива, способного быстро освоить использование инновационного оборудования, инновационных технологий в производственных процессах	VR-обучение позволит быстро создать программы по новому оборудованию или инновационной технологии, внедренной в производственный процесс, а также без ограниченного количества попыток обучить персонал по данным программам
Создание высококвалифицированного коллектива	VR-обучение развивает как hard-skills (навыки для выполнения определенных функций), так и softskills (ораторское искусство, умение управлять конфликтными ситуациями)
Проведение мероприятий по налаживанию морально-психологического климата в коллективах	В VR-обучении существуют программы, которые нацелены на улучшение морально-психологического состояния сотрудников (например, медитация на обеденном перерыве), что в особенности актуально для снижения напряженности производственного персонала в условиях тяжелого труда

Приведенные одни из ключевых стратегических целей HR-службы можно достигнуть с помощью внедрения VR-обучения. VR-обучение выступает актуальной технологией, с помощью которой эффективность обучения производственного персонала возрастет, что скажется на повышении всей инновационной деятельности предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чистякова, Т.Б. Интеллектуальные тренажеры для управленческого производственного персонала предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности / Т.Б. Чистякова, Г. Райниг, И.В. Новожилова // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2017. – Т. 11. – С. 54-63.
2. Айвазова, Ю.А. Виртуальная реальность в образовании - реальность? / Ю.А. Айвазова, Н.Ш. Козлова // Студент и наука. – 2019. – № 4(11). – С. 39-43.
3. Sosnilo, A. V. AR/VR technologies in management and education / A. V. Sosnilo, M. Y. Kreer, V. V. Petrova // Upravlenie. – 2021. – Vol. 9. – No 2. – P. 114-124. – DOI 10.26425/2309-3633-2021-9-2-114-124.
4. Qiu, X. Virtual reality as a tech tool for students studying Russian in China / X. Qiu // Russian language studies. – 2020. – Vol. 18. – No 3. – P. 328-341. – DOI 10.22363/2618-8163-2020-18-3-328-341.
5. Маньковская И.Б. Культурология XX век энциклопедия / И.Б. Маньковская, В.Д. Мотлевский // Санкт-Петербург Университетская книга. 1998. том первый.

- [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://yanko.lib.ru/books/cultur/culturology20century2volumes1998sl.htm> (дата обращения: 16.11.2021).
6. Селиванов В.В. Виртуальная реальность как метод и средство обучения / В.В. Селиванов, Л.Н. Селиванова // ОТО. 2014. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-i-sredstvo-obucheniya> (дата обращения: 16.01.2022).
 7. Helmeton [Электронный ресурс]. URL: <https://helmeton.ru/blog/vr-medicina/> (дата обращения: 19.02.2022).
 8. Modumlab [Электронный ресурс]. URL: <https://modumlab.com/blog/industry> (дата обращения: 20.02.2022).
 9. Vr-game [Электронный ресурс]. URL: <https://vr-game.ru/reviews/879-prilozhenie-dlja-izucheniya-jazykov-mondly-vr-teper-dostupno-na-quest.html> (дата обращения: 22.11.2021).
 10. Trends.rbc [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e85faed9a79470690f0ea02> (дата обращения: 23.12.2021).
 11. Holographica.space [Электронный ресурс]. URL: <https://holographica.space/articles/layered-16753/> (дата обращения: 23.11.2021).
 12. Альманах «Искусственный интеллект» №10: Индекс ИИ 2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://aireport.ru/ai_index_russia-2021 (дата обращения: 14.03.2022).
 13. Карта искусственного интеллекта России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://airussia.online/#titul> (дата обращения: 05.03.2022).
 14. ООО «Цифра» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.zyfra.com/ru/> (дата обращения: 13.04.2022).
 15. ООО «Кластек» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://clustech.ru/> (дата обращения: 06.02.2022).
 16. Чуланова О.Л., Буюр В.А. VR-технологии в обучении персонала как глобальный технологический тренд // В сборнике: Актуальные вопросы управления персоналом и экономики труда. Материалы VI научно-практической конференции, 2020. – с. 394-400.
 17. Чуланова О.Л., Фомина Е.В. Применение игровых технологий и искусственного интеллекта в обучении производственного персонала на предприятиях энергокомплекса // Вестник Евразийской науки, 2019 №1, <https://esj.today/PDF/54ECVN119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
 18. Чуланова О.Л., Фомина Е.В. Реализация проекта обучения производственного персонала на предприятиях энергокомплекса с применением teacher-симулятора // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2019. №. 2. С. 41-48. DOI: https://doi.org/10.12737/article_5cb70c0e38d770.70870960.
 19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022612714 Российская Федерация. Корпоративная VR-платформа "ViReim" для подготовки кадров: модуль обучающегося : № 2022611837 : заявл. 14.02.2022 : опубл. 28.02.2022 / Д. Р. Шаймухаметов, И.Р. Тазиахметов, В. Н. Марков ; заявитель Автономная некоммерческая организация высшего образования «Университет Иннополис». – EDN WEXPHH.
 20. Пресс-служба АО "Атомэнергоремонт". АО «Атомэнергоремонт» запустил проект применения VR-технологий в ремонте оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/ao-atomenergoremont-zapustil-proekt-primeneniya-vr-tekhnologiy-v-remonte-oborudovaniya/> (дата обращения 18.11.2021).
 21. АО «ПО «Электрохимический завод». На ЭХЗ для повышения эффективности подготовки электротехнического персонала начали использовать виртуальную реальность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ecp.ru/press-centr/news/2021/na-ehz-dlya-povysheniya-effektivnosti-podgotovki-elektrotehnicheskogo> (дата обращения: 15.02.2022).