

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2023, Том 11, № 4 / 2023, Vol. 11, Iss. 4 <https://mir-nauki.com/issue-4-2023.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/10PDMN423.pdf>

5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Курзаева, Л. В. К вопросу о разработке иммерсивных средств обучения для системы профессионального образования / Л. В. Курзаева, Р. Корнев, А. К. Спиридонов, М. И. Егоров, А. А. Макеев // Мир науки.

Педагогика и психология. — 2023. — Т. 11. — № 4. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/10PDMN423.pdf>

For citation:

Kurzaeva L.V., Kornev R., Spiridonov A.K., Egorov M.I., Mayeeyev A.A. To the question of the development of immersive teaching aids for the system of vocational education. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2023; 11(4): 10PDMN423. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/10PDMN423.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Курзаева Любовь Викторовна

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

Доцент кафедры «Бизнес-информатики и информационных технологий»

Кандидат педагогических наук, доцент

E-mail: lkurzaeva@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=686257

Корнев Рустам

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

E-mail: rustamkornevworks@gmail.com

Спиридонов Андрей Константинович

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

E-mail: greenlaptop@mail.ru

Егоров Михаил Игоревич

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

E-mail: mishail6669@gmail.com

Макеев Аркадий Александрович

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия

E-mail: makeev.2005@bk.ru

К вопросу о разработке иммерсивных средств обучения для системы профессионального образования

Аннотация. Статья посвящена особенностям разработки средств обучения с использованием иммерсивных технологий на примере технологии виртуальной реальности (VR). Считается, что использование VR-тренажеров в обучении промышленной безопасности позволяет повысить скорость реакции на аварию и общее время её локализации, снизить риски несчастных случаев и улучшить общую безопасность на производстве. Однако, для полного раскрытия потенциала иммерсивных средств обучения необходимо учесть сложности в оценке и переносе результатов обучения в реальную практику. Описываются возможности, которые предоставляют VR-тренажеры, важнейшей из которых является возможность отработки умений и навыков решения производственных задач в штатных и в аварийных ситуациях в специально созданной виртуальной среде. Приведённый обзор инженерных и психологических исследований в отношении подобных средств обучения позволили авторам выделить два аспекта, на которые следует сосредоточить внимание при разработке VR-тренажеров —

дидактический и иммерсивный. В качестве примера учета данных аспектов приведено описание разработки VR-тренажера по промышленной безопасности — «Прорыв корочки слитка под кристаллизатором МНЛЗ». Сформированы требования и перечень учебных действий, которые были определены в соответствии с планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий. Данные учебные действия определяют структуру заданий всего тренажера, но не определяют требования к шести локациям, в которых происходит обучение в виртуальной среде. Данные локации должны обеспечивать иммерсивность, то есть «погружение» обучающегося в среду, повторяющую реальные производственные условия. Однако и здесь должен быть найден баланс дидактического и иммерсивного аспектов, в отношении чего приведены примеры оправданного и вынужденного снижения иммерсивности VR-тренажера. Авторами также поднимается вопрос в отношении сложности определения системы оценивания и декомпозиции заданий по проверяемым навыкам. Статья представляет интерес как для образовательного сообщества, так и для разработчиков средств обучения с использованием иммерсивных технологий.

Ключевые слова: виртуальная реальность; тренажёр; промышленная безопасность; иммерсивность; средства обучения; профессионального образования; профессиональное обучение

Введение

Современный уровень развития технических средств обучения позволяет приблизить условия выполнения учебных задач к реальным, например, посредством применения технологий виртуальной реальности. Использование таких средств обучения, далее VR-тренажеров (Virtual Reality), позволяет отработать навыки решения производственных задач не только в штатных, но и аварийных режимах, обеспечивая возможность воспроизвести нежелательные условия функционирования объектов.

Актуальность темы исследования обуславливается потребностью как системы профессионального образования, так и производства в разработке новых методов и средств обучения студентов и сотрудников предприятий охране труда и промышленной безопасности. В отличие от традиционных средств и форм обучения появляется возможность формировать и оценивать не только теоретические и практические компоненты результатов обучения, но и, например, стрессоустойчивость, быстроту реакции, умений концентрировать внимание на важном при выполнении видов работ, которые несут в себе вероятность получения серьезных травм, потери жизни, опасности для окружающей среды и др. К отраслям, для которых актуальна данная проблема, относятся добыча полезных ископаемых, нефтегазовый сектор и нефтехимия, металлургическое производство и энергетика.

Целью статьи является определение содержания дидактического и иммерсивного аспектов, их гармоничного сочетания при разработке средств обучения с использованием виртуальной реальности.

Методы

В рамках поставленной цели были использованы как традиционные теоретические — анализ литературы, формализации и конкретизации, причинно-следственного анализа, так и нетрадиционные для педагогической науки — методы моделирования бизнес-процессов, примененные для отражения содержания учебных действий.

Результаты

Основными достоинствами VR-технологий для решения поставленной задачи являются: скорость и эффективность (отсутствие отвлекающих факторов и реалистичная виртуальная среда обеспечивают глубокое погружение и усвоение материала на уровне зрительной памяти), безопасность и полнота подготовки (VR-технологии позволяют осуществить подготовку персонала к работе в любых ситуациях — от обычных до нестандартных, чрезвычайных, опасных для жизни и здоровья), качество обучения (достижение необходимой глубины изучения материала осуществляется за счет интерактивности сценария, анализа действий и речи, индивидуального характера подготовки каждого сотрудника), экономия ресурсов на обучение (использование VR-технологий позволяет снизить затраты на логистику и персонал при обучении, благодаря взаимодействию с виртуальными персонажами и виртуальными копиями помещений и оборудования), масштабируемость (обучение в VR легко масштабируется, что способствует обеспечению одинаково высоких стандартов подготовки во всей организации), гибкость (VR легко адаптируется под меняющиеся требования и новое оборудование, поддержку множества языков мира) [1].

Педагогическое воздействие таких средств обучения раскрывается в возможности выработки с их помощью «умения самостоятельного переноса усвоенных знаний в новую ситуацию, видения новой функции известного объекта, видения вариантов методов решения поставленной задачи» [2].

По данным проведенного обзорного исследования, обучение сотрудников в виртуальной реальности — является одним из самых востребованных кейсов в ходе цифровой трансформации производства.

При этом разработка и внедрение таких программных средств обучения осуществляется с позиций не только экономической и дидактической эффективности, но и тех преимуществ, которые предоставляет иммерсивность тренажеров.

Под иммерсивностью понимается «степень погружения субъекта в виртуальный мир, что достигается путем генерации максимального сходства последнего с реальным миром при помощи симуляции.

Преимуществом симуляции над имитацией является копирование объектов и событий на уровне модели. Виртуальная реальность симулирует нечто, что не существует в реальности» [3].

Обобщая результаты инженерных и психологических исследований, Кугураковой В.В. выделены следующие свойства иммерсивных сред:

- «избыточность (свойство, позволяющее обеспечить множественность взаимоотношений со средой);
- наблюдаемость (проявляется в процессе конструирования действительности — средой может быть только то, что наблюдаемо, даже если оно присутствует в физической реальности);
- конструируемость (или доступность к когнитивному опыту, характеризующая определенную степень готовности субъекта к включению в среду);
- насыщенность (насыщенная среда обеспечивает широкий спектр влияний на пользователя посредством многовариантности отношений);

- автономность существования (среда обладает своей самостоятельной историей, независимой от внешней среды);
- пластичность (среда с легкостью может принимать и обеспечивать стабильность форм, обусловленных многообразием содержания);
- синхронизируемость (среда имеет локальную самоорганизацию и временные качества всех элементов среды);
- внесубъектная пространственная локализация (размещение независимо от субъекта);
- векторность (направленный обучающий эффект в определенном спектре задач);
- целостность (единство среды со свойствами субъекта, при котором субъект воспринимает среду как мир деятельности);
- мотивогенность (возможности влияния среды на мотивацию пользователя);
- интерактивность (степень, до которой пользователь в состоянии участвовать в изменении и формировании установленной среды в режиме реального времени);
- собственно иммерсивность (возможности среды вовлекать пользователя и ориентировать его в системе отношений, определяемой содержанием среды);
- присутствие (выражает чувство нахождения человека в определенной среде; отличие от иммерсивности заключается в том, что иммерсивность более связана с внешними и физическими характеристиками, а присутствие определяет внутренние, субъективные компоненты)» [4–6].

Рассмотрим реализацию дидактических и иммерсивных аспектов реализации средства обучения на примере VR-тренажера по промышленной безопасности — «Прорыв корочки слитка под кристаллизатором МНЛЗ» (Машина непрерывного литья заготовок).

Бизнес-цели разработки и внедрения данного тренажера акцентируют внимание как на экономических, так и образовательных эффектах:

1. Уменьшение количества ошибок при ликвидации аварии, связанной с прорывом корочки слитка под кристаллизатором.
2. Сокращение времени локализации и ликвидации аварии, связанной с прорывом корочки слитка под кристаллизатором.
3. Организация качественного процесса обучения за счет отработки действий в условиях, приближенных к реальным, что обеспечит эффективный перенос сформированных результатов обучения из учебной среды в среду профессиональной деятельности.

Дидактический аспект. Порядок действий по ликвидации аварии, а значит и учебные действия в тренажере, были определены в соответствии с п. 40 Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛА), фрагмент которого представлен в таблице 1.

Отрабатываемые учебные действия содержат как действия с оборудованием, так и передачу необходимых сообщений между должностными лицами. Формализация учебных действия выполнялась в нотации BPMN (Business Process Management Notation) (примеры такого описания по ПМЛА пунктов 40.3, 40.6-40.8 представлены на рисунках 1–2).

Таблица 1

Пункт 40 ПМЛА

40	Прорыв корочки слитка под кристаллизатором	1. Сообщить диспетчеру по телефону 256-802; 256-809 или прямому телефону, нач. смены и мастеру, вызвать пожарную охрану по тел. 01, (в случае возгорания)	Первый заметивший аварию	Диспетчерская цеха: носилки. На ГПУ МНЛЗ: огнетушитель, аптечка. Шкафы с аварийным инструментом
		2. Оповестить должностных лиц и объявить через ГС об аварии	Диспетчер	
		3. Удалить людей из опасной зоны, выставить оцепление и оградить опасную зону*	Мастер разливки	
		4. Закрыть стопор (шибер) п/к	Разливщики стали	
		5. Не останавливая машину выдать слиток согласно технологической инструкции «А», «Г» ТИ-101-СТ-ККЦ-10	Разливщик стали	
		6. Организовать встречу пожарных (в случае возгорания. При встрече пожарных подразделений направить их к месту возгорания и оповестить об опасных факторах, местах расположения водисточников (ПК, ПК)	Начальник смены. Мастер разливки, разливщик тали	
		7. Выдать допуск на тушение пожара (в случае возгорания)	Мастер «ООО «СМС Зимаг МСМ»	
		8. Организовать ликвидацию последствий аварии	Начальник смены, РСС ООО «СМС Зимаг МСМ»	

Фрагмент из Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий металлургического предприятия

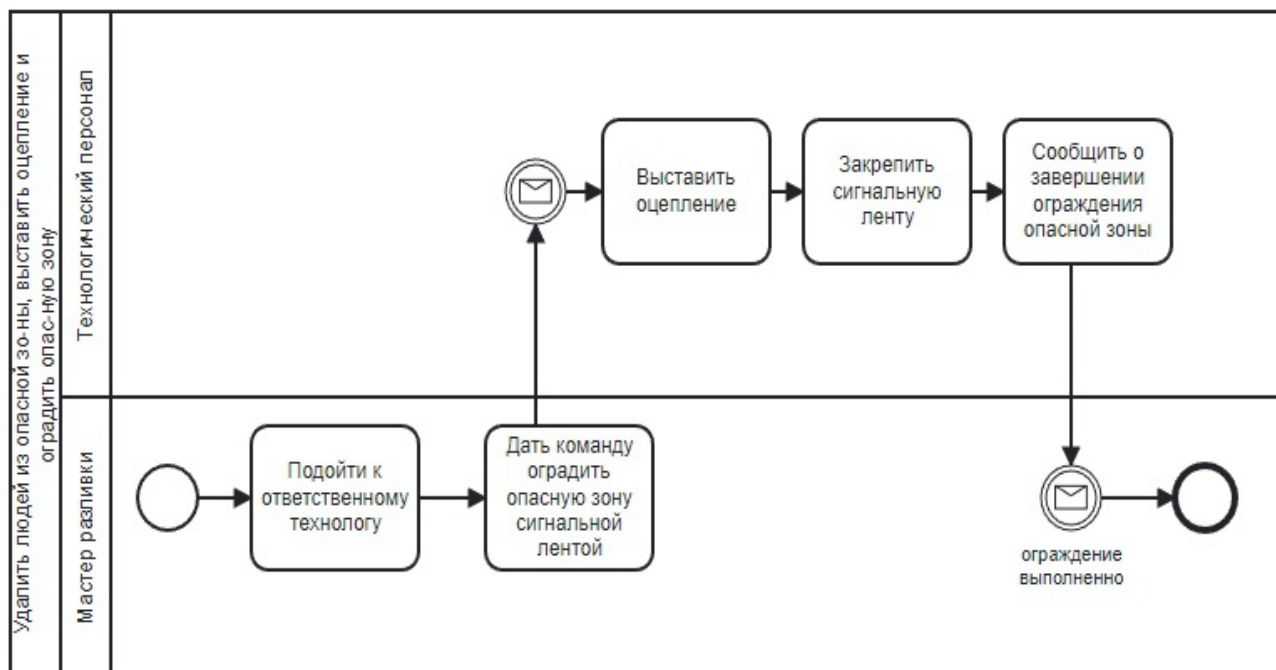


Рисунок 1. BPMN-модель реализации учебных действий согласно пункту 40.3 ПМЛА (создан автором)

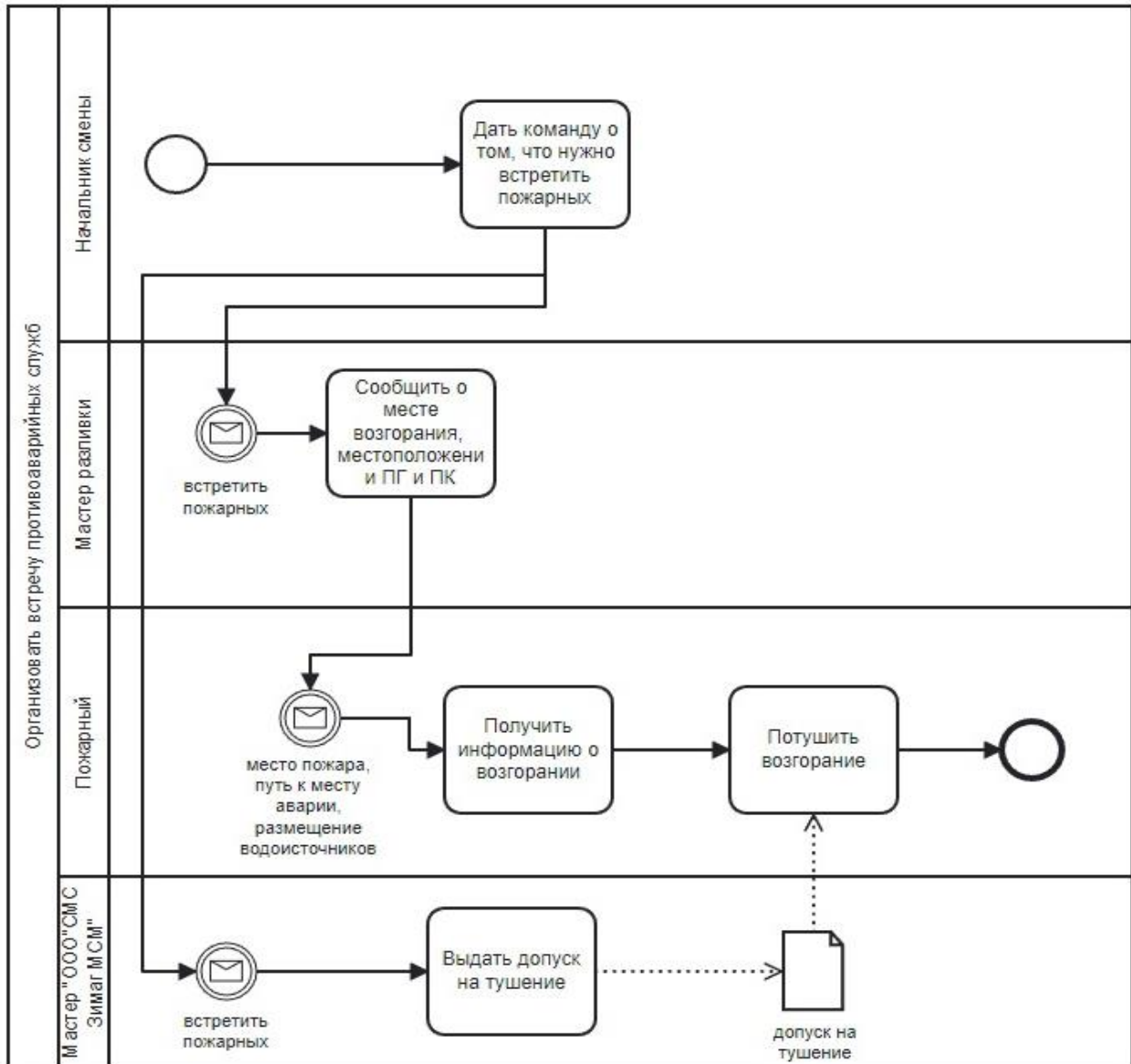


Рисунок 2. BPMN-модель реализации учебных действий согласно пунктам 40.6-40.7 ПМЛА (создан автором)

Таким образом, сформирован перечень учебных действия, подлежащих проверке:

1. Оповещение всех должностных лиц и служб первым заметившим аварию согласно ПМЛА.
2. Указание действий технологическому персоналу мастером разливки для оцепления опасной зоны.
3. Ограждение опасной зоны технологическим персоналом.
4. Сообщение мастеру разливки о завершении ограждения опасной зоны.
5. Указание действий разлищику стали мастером разливки для оцепления опасной зоны по закрытию стопора (шибера) промковша и выдаче слитка.
6. Отключение автоматического поддержания металла.
7. Закрытие стопора моноблока.

8. Остановка подачи металла пультом шиберного затвора промежуточного ковша.
9. Указание действий оператору разливщиком стали по увеличению скорости вытягивания.
10. Увеличение скорости вытягивания до 1,0 м/мин.
11. Сообщение разливщику стали оператором о выполнении операции по увеличению скорости вытягивания до 1,0 м/мин.
12. Сообщение мастеру разливщиком стали о выдаче слитка.
13. Указание мастеру разливки начальником смены по встрече пожарных.
14. Информирование пожарных мастером разливки о характере аварии.
15. Информирование пожарных мастером разливки о месте очага возгорания.
16. Информирование пожарных мастером разливки о местоположении источников водоснабжения.
17. Выдача допуска на тушение пожарным мастером «ООО «СМС Зимаг МСМ».
18. Сопровождение пожарных к очагу возгорания.

Проверяемые действия составляют семь заданий на шести локациях (табл. 2).

Таблица 2

**Перечень локаций и действий при ликвидации
аварии при прорыве корочки слитка в кристаллизаторе**

№	Локация	Задания
1	Зона аварии	Сообщить об аварии диспетчеру цеха т. 256-802, нач. смены и мастеру, вызвать пожарную охрану (в случае возгорания) (данный случай с возгоранием)
2	Диспетчерская цеха	Оповестить должностных лиц и объявить через ГС об аварии (вместо звонков каждому сделать тест)
3	Зона аварии	Удалить людей из опасной зоны, выставить оцепление и оградить опасную зону (радиус не менее 15 метров)
4	Зона аварии	Закрыть стопор (шибер) промковша
5	Зона аварии	Не останавливая машину выдать слиток
6	Въезд в цех	Организовать встречу противоаварийных служб. Выдать допуск на тушение пожара

Составлено автором

Отметим существующую сложность для определения бальной системы оценивания по выделенным заданиям и их декомпозиции по проверяемым учебным действиям. Стоимость ошибочных действий в реальных условиях может исчисляться не только экономическими потерями, но и потерями здоровья и жизни. Иными словами, обозначенная сложность может быть только частично снята, если связать с каким-либо экономическим эквивалентом, как предложено Гаммером М.Д. [7].

Также остается открытым вопрос о необходимости соотношения полученных результатов обучения с какими-либо компетенциями, потому как задача обучения решается на основе выделения учебных действий и поэтому считаем, что лежит в русле системно-деятельностного подхода [8].

Дидактический аспект раскрывает сущность задач и учебного воздействия, но не в полной мере обеспечивает соответствие реальным условиям, что не дает судить о потенциале переноса результатов обучения в реальную практику. В связи с этим для раскрытия потенциала иммерсивных средств обучения.

Иммерсивный аспект. На диаграмме Исикавы на основе обобщения результатов в работах отечественных и зарубежных авторов [9–15] выделены факторы, влияющие на иммерсивность средства обучения, разработанного с использованием VR (рис. 3).

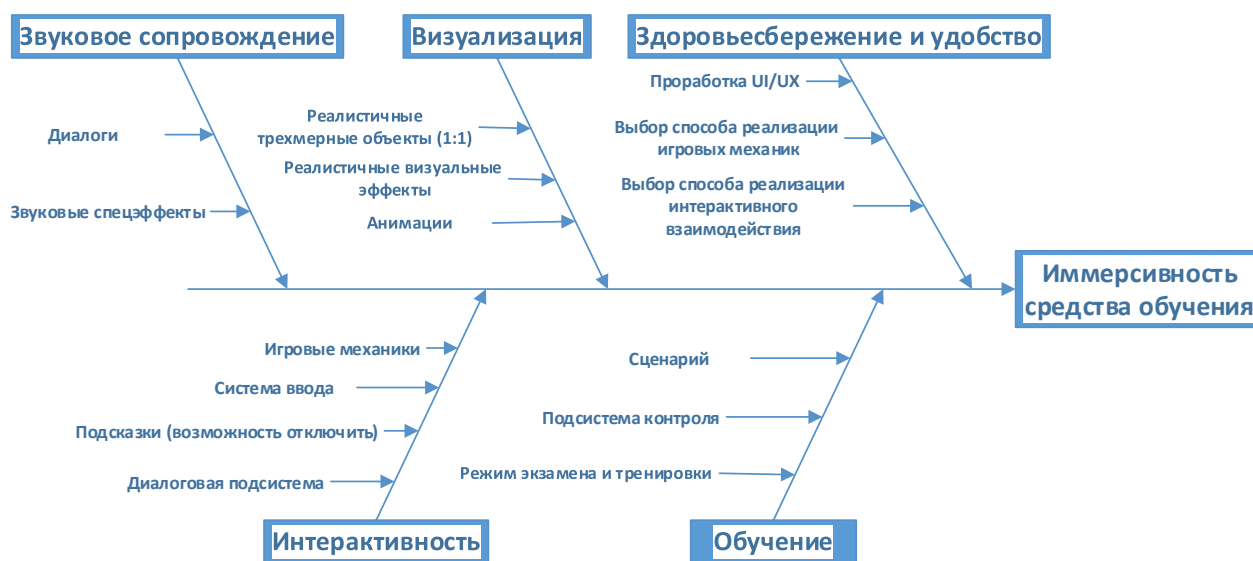


Рисунок 3. Диаграмма Исикавы аспектов детального проектирования виртуального тренажера в целях повышения иммерсивности (создана автором)

Выделенные факторы по-разному влияют на уровень иммерсивности. Так, например, система подсказок снижает его, а реалистичная визуализация повышает.

Обсуждение

Снижение иммерсивности может быть оправданным или вынужденным. Оправдано оно, например, в том случае, если мы говорим о режиме тренировки, в котором отсутствуют визуальные, аудиальные подсказки, система позволяет ошибаться и пробовать выполнять действия несколько раз.

Вынужденное снижение иммерсивности происходит в следующем случае. При разработке VR-тренажера необходима качественная проработка игровых механик, советующих реальным действиям с объектами (подъем стопора, переключение рычагов). Однако с учетом удобства взаимодействия с игровыми объектами для пользователей разных возрастных категорий приходится пренебрегать точностью воссоздания данных манипуляций.

Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что ПАО «ММК» с 2020 года внедряет подобные технологии, что в совокупности с другими средствами обеспечения промышленной безопасности привело к снижению коэффициента смертности от несчастных случаев на производстве был снижен по сравнению с прошлым отчетным годом (0,014 в 2019 году и 0,006 в 2020 году) для сотрудников Группы, по генеральному подрядчику данный показатель также снизился с 0,03 в 2019 году до 0,00 в 2020 году¹. Аналогичную статистику можно наблюдать и на других предприятиях.

¹ Годовой отчет ПАО «ММК» за 2020 год [Электронный ресурс]. — URL: <https://mmk.ru>.

Гармоничный же учет дидактического и иммерсивного аспектов при разработке тренажеров позволяет воссоздаёт реальность в виртуальной среде, в основе которой лежит компьютерная симуляционная модель реальных процессов. В результате обучающийся после прохождения тренажера будет иметь полное представление об аварийной ситуации и правилах действия при ее возникновении. Иммерсивность и способность воссоздать большинство визуальных и звуковых ощущений выгодно отличают обучающие средства с использованием виртуальной реальности от традиционных средств обучения, что позволяет повысить скорость реагирования и локализации аварии персоналом, а также способствует снижению рисков несчастных случаев на производстве. Подобные тренажеры могут с успехом применяться как в рамках дисциплин по промышленной безопасности, так и перед прохождением практики, а также в рамках корпоративного обучения сотрудников промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Найбауэр, Д.Ю. Актуальность разработки VR-тренажеров и симуляторов / Д.Ю. Найбауэр // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 17–20 февраля 2020 года. — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2020. — С. 111–112. — EDN OXGFYH.
2. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2014. 398 с.
3. Фимин, А.Ю. Виртуальная реальность: между субстанциальностью и симулякрот / А.Ю. Фимин // Изв. ВолгГТУ. Серия «Проблемы социально-гуманитарного знания»: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — 2006. — Вып. 3, № 6. — С. 21–23.
4. Kugurakova, V.V. Towards the immersive VR: measuring and assessing realism of user experience [Text] / V.V. Kugurakova, A.M. Elizarov, M.R. Khafizov, A. Yu. Lushnikov, A.R. Nizamutdinov // ICAROB 2018: Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics. — Japan, Beppu. — 2018.
5. Kugurakova, V.V. Virtual Reality-based immersive simulation for invasive surgery training [Text] / V.V. Kugurakova, V.D. Abramov, R.R. Sultanova, I.V. Tsvil'skiy, M.O. Talanov // European Journal of Clinical Investigation. — 2018. — P. 224–225.
6. Kugurakova, V.V. Virtual surgery system with realistic visual effects and haptic interaction [Text] / V.V. Kugurakova, M.R. Khafizov, R.D. Akhmetsharipov, A. Yu. Lushnikov, D.R. Galimova, V.D. Abramov, O. Correa Madrigal // ICAROB 2017: Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics. AROB 22nd Anniversary (ICAROB 2017). — Japan, Miyazaki. — 2017. — P. P86–P89.
7. Гаммер, М.Д. К вопросу оценки эффективности компьютерных имитационных тренажеров / М.Д. Гаммер, С.Л. Голофаст // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2013. — № 2. — С. 119–125.

8. Курзаева Л.В. К вопросу о формировании системы оценки результатов обучения личности в рамках формального, неформального и внеформального обучения / Л.В. Курзаева // Электротехнические системы и комплексы. 2015. № 2(27). С. 57–61. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-formirovanii-sistemy-otsenki-rezultatov-obucheniya-lichnosti-v-ramkah-formalnogo-neformalnogo-i-vneformalnogo-obucheniya>.
9. Дозорцев, В.М. Технологии виртуальной реальности в обучении операторов технологических процессов / В.М. Дозорцев // Автоматизация в промышленности. — 2018. — № 6. — С. 42–50.
10. Ермолаева, В.В. Развитие виртуальной реальности / В.В. Ермолаева, А.М. Горшков // Тенденции развития науки и образования. — 2020. — № 58-2. — С. 14–17.
11. Журихин, С.А. VR-технологии в обучении и развитии персонала / С.А. Журихин // Вестник Университета Правительства Москвы. — 2022. — № 2. С. 46–51.
12. Зайнуллина, М.Р. Использование виртуальной, дополненной и смешанной реальности в образовании / М.Р. Зайнуллина, Я.А. Морозов // Научные труды Центра перспективных экономических исследований. — 2020. — № 19. — С. 62–67.
13. William R. Sherman. Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design / William R. Sherman, Alan B. Craig. — Publisher «Katey Birtcher», 2018. — 938 p. — URL: <https://www.elsevier.com/books/understanding-virtual-reality/sherman/978-0-12-800965-9> (дата обращения 15.11.2018).
14. Potkonjak, V. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review [Text] / V. Potkonjak, M. Gardner, V. Callaghan, P. Mattila, C. Guetl, V.M. Petrovic, K. Jovanovich // Computers & Education. — 2016. — Vol. 95. — p. 309–327.
15. Kayumova L.A. The Technology of Forming of Innovative Content for Engineering Education / L.A. Kayumova, L.I. Savva, A.L. Soldatchenko, R.M. Sirazetdinov, L.G. Akhmetov // International Journal of Environmental and Science Education. — 2016. — Vol. 11. — № 9, 3029–3039. DOI: 10.12973/ijese.2016.901a.

Kurzaeva Lubov Viktorovna

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
E-mail: lkurzaeva@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=686257

Kornev Rustam

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
E-mail: rustamkornevworks@gmail.com

Spiridonov Andrey Konstantinovich

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
E-mail: greenlaptop@mail.ru

Egorov Mikhail Igorevich

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
E-mail: mishail6669@gmail.com

Mayeeyev Arkadiy Aleksandrovich

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia
E-mail: makeev.2005@bk.ru

To the question of the development of immersive teaching aids for the system of vocational education

Abstract. The article is devoted to the features of the development of teaching aids using immersive technologies on the example of virtual reality (VR) technology. It is believed that the use of VR simulators in industrial safety training can increase the speed of reaction to an accident and the total time for its localization, reduce the risks of accidents and improve overall safety at work. However, in order to fully unlock the potential of immersive learning tools, it is necessary to take into account the difficulties in assessing and transferring learning outcomes into real practice. The possibilities provided by VR simulators are described, the most important of which is the ability to develop the skills and abilities to solve production problems in normal and emergency situations in a specially created virtual environment. The above review of engineering and psychological research in relation to such learning tools allowed the authors to highlight two aspects that should be focused on when developing VR simulators — didactic and immersive. As an example of taking into account these aspects, a description is given of the development of a VR simulator for industrial safety — «Breakthrough of the ingot crust under the CCM mold». Requirements and a list of training actions were formed, which were determined in accordance with the action plan for localization and elimination of the consequences of accidents. These training activities determine the structure of the tasks of the entire simulator, but do not determine the requirements for the six locations where training takes place in a virtual environment. These locations should provide immersiveness, that is, the "immersion" of the student in an environment that repeats real production conditions. However, here, too, a balance of didactic and immersive aspects should be found, in relation to which examples of a justified and forced reduction in the immersiveness of a VR simulator are given. The authors also raise a question regarding the complexity of determining the assessment system and decomposition of tasks according to the skills being tested. The article is of interest both to the educational community and to developers of teaching aids using immersive technologies.

Keywords: a virtual reality; simulator; Industrial Safety; immersive; learning tools; vocational education; vocational training