

ДАЙДЖЕСТ

Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании и ТЭК

ВЫПУСК 1. ОБЗОР

ДАЙДЖЕСТ

Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовании и ТЭК

ВЫПУСК 1. ОБЗОР

Руководитель проекта

Строгонов Андрей Юрьевич

старший преподаватель кафедры математических методов обеспечения безопасности систем ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

strogonov.a@gubkin.ru

Редактор

Калашников Павел Кириллович

к.т.н., доцент кафедры автоматизации проектирования сооружений нефтяной и газовой промышленности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», доцент Российской академии образования

kpk@gubkin.pro

Авторы-составители

Акилин Алексей Александрович

инженер по научно-технической информации отдела сопровождения программ развития ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

akilin.a@gubkin.ru

Беракчян Армине Дерениковна

студент четвертого курса специалитета «Информационно-аналитические системы безопасности», техник отдела сопровождения программ развития ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

berakchyan.a@gubkin.ru

Арнаутенко Мария Сергеевна

студент четвертого курса специалитета «Информационно-аналитические системы безопасности», техник отдела сопровождения программ развития ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

arnautenko.m@gubkin.ru

Дизайнер-верстальщик

Коновалова Мария Михайловна

инженер отдела информационных Интернет-ресурсов ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

diir@gubkin.ru

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
История возникновения и развития	7
Сегодня	14
Актуальность	15
Вызовы и проблемы VR-технологий	18
ОБОРУДОВАНИЕ	21
Шлемы	
виртуальной реальности	22
Очки виртуальной реальности	23
AR-оборудование	24
MR-оборудование	25
Камеры и контроллеры	26
Тактильные перчатки	27
Оформленные статьи и патенты	28
ТЕХНОЛОГИИ	37
Тренажеры	38
Оформленные статьи и патенты	43
Цифровые двойники	49
Оформленные статьи и патенты	54
3D-моделирование	59
Оформленные статьи и патенты	65
Учебные приложения-симуляторы лабораторных приборов для мобильных устройств	71
Проекты	72
Оформленные статьи и патенты	78
РОССИЙСКИЕ КОМПАНИИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИЕСЯ НА ТЕХНОЛОГИЯХ VR/AR	89
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	103
ПУБЛИКАЦИИ СМИ	129
Источники	134

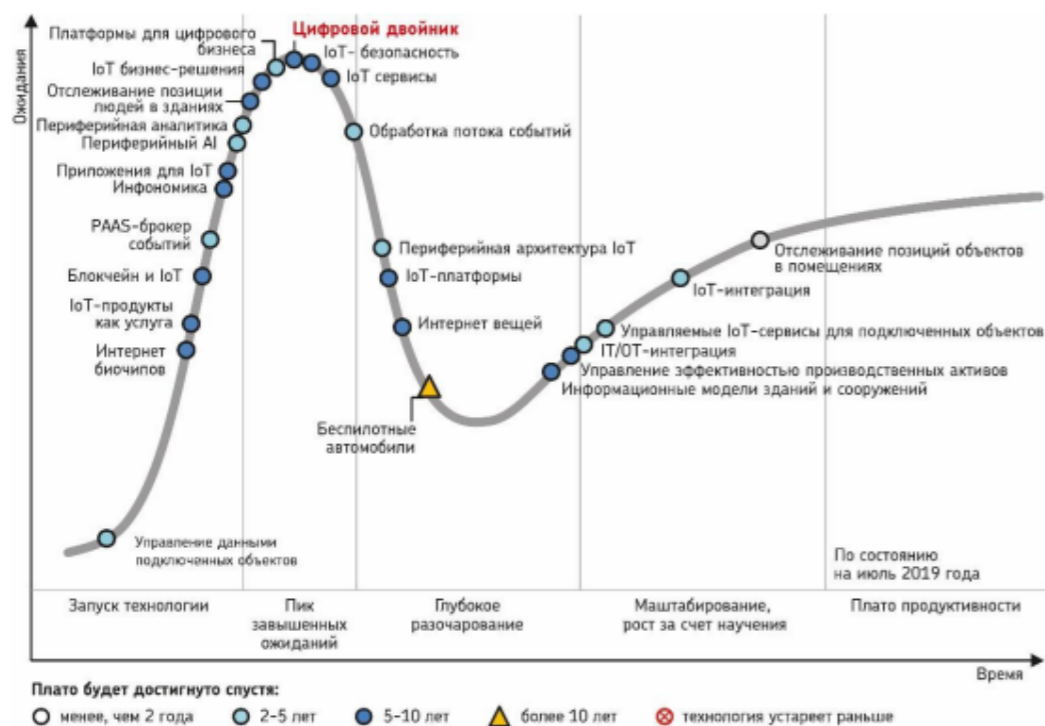


ВВЕДЕНИЕ

Некоторое время назад в наш язык вошли новые и непривычные понятия, которые теперь активно используются – виртуальная реальность, виртуальная среда. Слово «виртуальный» от латинского «virtualis» означает возможный, то есть это нечто нереальное, но появляющееся при определенных условиях. Появление электронной вычислительной техники и активное внедрение в нашу жизнь компьютеров стало подспорьем для того, чтобы в конце XX в. возникло понятие «виртуальная среда». Подразумевается, что это созданная компьютером смысловая среда внутри информационного пространства с включением графики, текстов, звуковых материалов и видео. Виртуальной она называется ввиду того, что при включенном компьютере или ином цифровом устройстве она функционирует, и человек может активно с ней взаимодействовать, но после того, как устройство будет выключено, доступ к этой среде сразу ограничивается. Благодаря появлению интернета – системы, которая объединила компьютерные сети для виртуального хранения и передачи информации, од-

новременно виртуальной средой могут пользоваться люди из любых уголков планеты. Таким образом, виртуальную среду можно назвать всемирной информационной паутиной, объединяющей миллионы людей по всему миру.

Скорость развития жизненного цикла новых технологий крайне высока. Всего лишь несколько десятилетий назад уровень технологического обеспечения различных производственных или бытовых процессов кардинально отличался от того, что окружает нас сегодня. В качестве примера можно обратиться к термину «цифровой двойник». Компания Gartner ежегодно ранжирует актуальные технологии на кривой по пяти стадиям: запуск технологии, пик завышенных ожиданий, глубокое разочарование, масштабирование и рост за счет научения, плато продуктивности. Так, всего лишь в 2016 году «цифровые двойники» находились на стадии «запуск технологии», а уже в 2019 году «цифровые двойники» добрались до «пика завышенных ожиданий» [1].

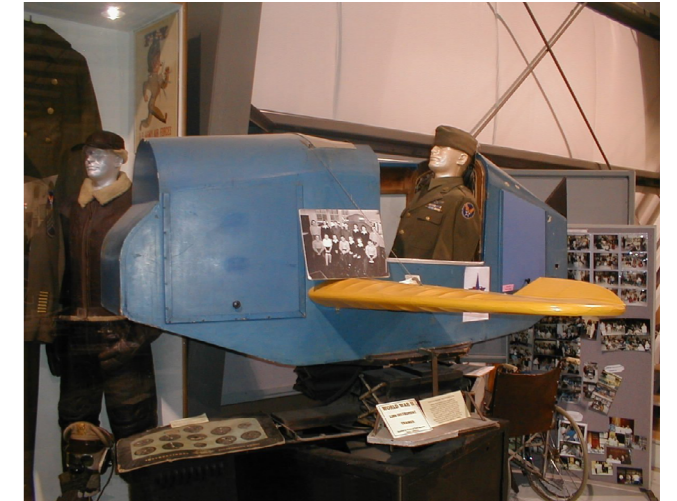


Но так быстро этапы развития технологий сменяли друг друга не всегда. В частности, интересно рассмотреть особенности развития технологий виртуальной реальности, коррелирующие с динамикой исторического времени.

История возникновения и развития

Для лучшего осознания понятия виртуальной реальности обратимся к истории ее возникновения. Весь путь развития данных технологий можно разделить на несколько этапов.

Период с 1838 по 1960 годы считается временем, характеризующимся ранними попытками создания технологий виртуальной реальности. К примеру, в 1838 году ученый Чарльз Уитстон изучал процесс, происходящий в мозге человека, который заключался в обработке двух изображений с каждого глаза и соединении их. Исследование Уитстона привело к созданию стереоскопа View-Master. Его работа заключается в создании аналога стереоскопического зрения, когда два двумерных изображения объединяются в одно трехмерное [2].



Симулятор полета Link Trainer [4]



В 1960-е годы был создан виртуальный симулятор – Sensorama, который на тот момент считался первым полноценным симулятором в мире.

Его разработчиком стал Мортон Хайлиг. Погружение в виртуальную реальность достигалось с помощью обеспечения симулятора в виде театральной кабины устройствами, которые позволяли стимулировать все чувства человека – стереодинамики, стереоскопический 3D-дисплей, вентиляторы, генераторы запахов и вибрационный стул. Еще одной разработкой Хейлига стал Telesphere Mask, запатентованный в 1957 году. Основной функционал разработки заключался в показе не интерактивных фильмов через дисплей [5].

Следующим этапом развития технологий VR и AR является период с 1961 по



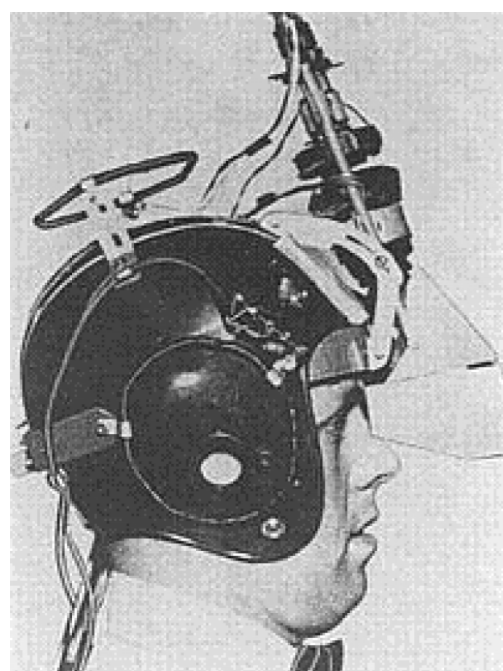
Стереоскоп View-Master [2]

Также в 1929 году Эдвардом Линком был разработан Link Trainer, который являлся лучшим симулятором полета.



Виртуальный симулятор Sensorama [6]

1968 годы. В это время Брайан и Комо разработали первый современный дисплей (HMD) – Headsight. В первую очередь устройство могло отслеживать движения пользователя и в зависимости от движений менять угол наклона камеры для удобства использования. Дисплей был оснащен двумя видеоэкранами для каждого глаза. Headsight



Дисплей Headsight [7]

давал возможность наблюдать издалека за опасными ситуациями, обеспечивая безопасность сотрудников и получение информации о происшествии.



Также в 70-е годы профессором Гарвардского университета Айвеном Сазерлендом была сформулирована концепция Ultimate Display, которая включала в себя

понимание виртуальной реальности, а именно какие условия должны быть достигнуты для полной имитации реальности. Сазерленд стремился достичь эффекта полного погружения, при котором пользователь не смог бы различить реальность и виртуальный мир.

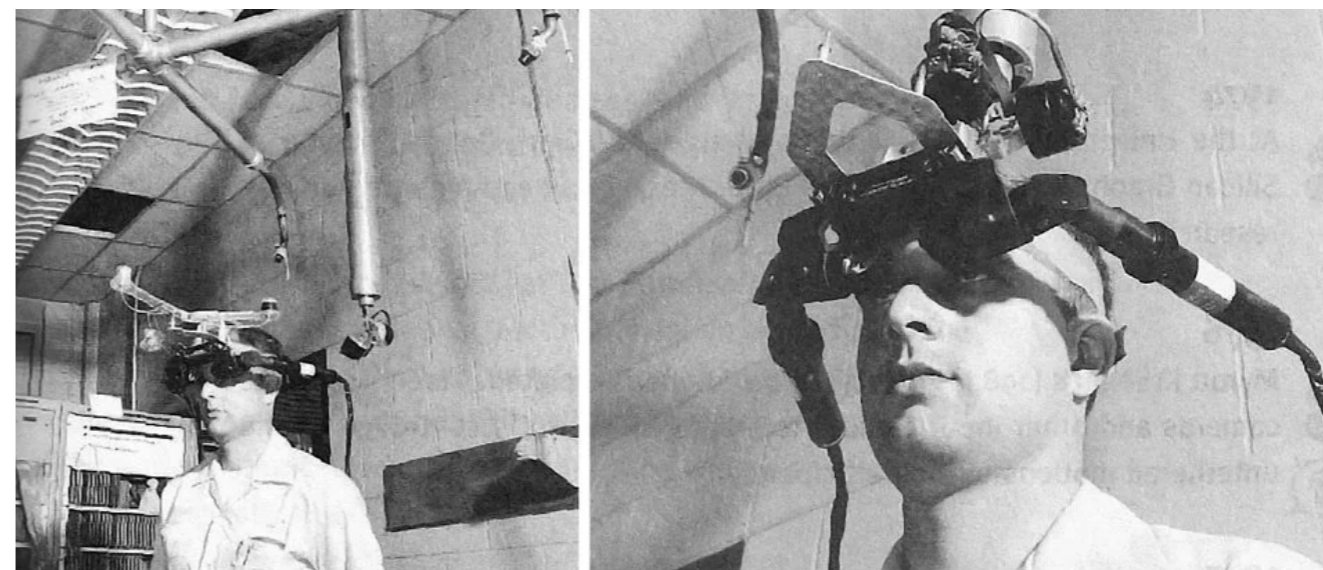
Концепция предполагала следующие условия:

- использование наголовного дисплея (HMD) и дополнений в виде 3D-звучания и тактильной обратной связи, что позволяет обеспечить большую реалистичность;

- наличие специального компьютерного оборудования для поддержания виртуальной речи;
- обеспечение возможности взаимодействия с объектами реального мира при нахождении в виртуальной реальности.

Перечисленные в концепции условия стали базовым основанием для создания современных VR-устройств [2].

Также первым прототипом VR-AR-шлема стал шлем под названием «Sword of Damocles» («Дамоклов меч»), созданный Сазерлендом. Шлем был привязан к устройству, то есть подключался к компьютеру. За счет того, что устройство имело большой размер и занимало достаточно много пространства его приходилось крепить к потолку для того, чтобы надевать его стало удобнее [3].



Sword of Damocles -VR-AR-шлем [8]

Разработка и внедрение в различные сферы технологий виртуальной реальности, таких как шлемы и перчатки, с возможностью их подключения к компьютеру, а также использование технологий для обучения сотрудников специализированных предприятий происходит в 1974–1990-е годы.



Одной из первых разработок того времени является лаборатория искусственной реальности Videoplace. Ее разработчиком стал компьютерный специалист Майрон

Крюгер, который впервые ввел понятие «Искусственная реальность». Структура лаборатории включала следующее:

- несколько комнат, связанных между собой по сети;
- в каждой комнате видеопроектор и большой экран для вывода изображений.

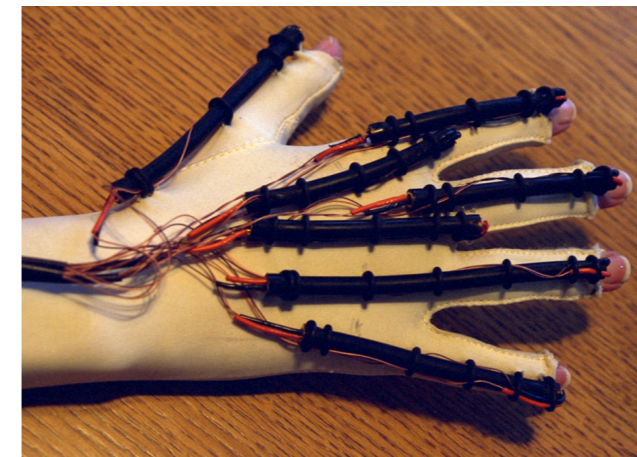
При нахождении в комнатах людей, каждый из них видел свой силуэт («тень») на экране и силуэты людей, находящихся в других связанных комнатах лаборатории. Функционал разработки позволял менять цвета и размер у всех «теней», а также присоединять к ним некоторые визуальные объекты.



Очки AR- EyeTap [9]

Еще одной разработкой того периода времени считается создание профессором Торонтского университета Стивом Манном AR-устройства EyeTap. Оно представляло собой достаточно компактное наполнение: компьютер, переносимый в рюкзаке и очки с камерой. Работа заключается в передаче изображения с текстом с компьютера на камеру очков, что позволяло наслаивать на реальные объекты дополнительную информацию о них [3].

В 1977 году Сандин и Дефанти разработали перчатки Sayre. Они были оснащены проводными креплениями, которые позволяли распознавать жесты пользователя. В них находились фотоэлементы и излучатели света. Движения и свет превращались в электрические сигналы, что и позволяли контролировать движения рук.



Sayre – Киберперчатки [10]

Стоит отметить, что одной из ключевых разработок того времени считался аудио элемент виртуального учебного симулятора «Проект виртуальной рабочей станции», созданный Скоттом Форстером, который использовали для подготовки космонавтов.

Следующий этап с 1991 года по настоящее время характеризуется внедрением технологий виртуальной реальности в игры, созданием игр с поддержанием режима VR, активным развитием техно-

логий дополненной реальности. Одной из самых популярных разработок в этой области стало создание компанией Virtuality Group ряда аркадных игр и гонок с поддержкой режима дополненной реальности и 3D-эффектами. Следующими по созданию компьютерных игр стала студия-разработчик Niantic. За счет популярности игры Pokémon Go был вызван массовый интерес к играм в режиме дополненной реальности с удобством в виде возможности установки таких игр на смартфоны [2, 3].



Niantic – Pokémon Go игра с дополненной реальностью [11]

Стоит также отметить японскую компанию, которая первой дебютировала с игровой консолью в формате виртуальной реальности. Компания Sega представила разработку VR-гарнитуры для консоли Sega Genesis в 1993 году. Новшество данной гарнитуры заключалось в расширении технических характеристик: очки могли распознавать движение головы пользователя, также были оснащены стереозвук и ЖК-дисплеями. Впоследствии устройство не получило дальнейшего развития и осталось на начальном этапе прототипа [2].

Области применения технологий VR и AR продолжали расширяться. В част-

ности, одной из таких областей стала медицина в концепции изучения психических расстройств и работы с ними.



Так в Институте креативных технологий Университета Южной Калифорнии Альберт Риццо исследовал использование VR для реабилитации и восстановления после психологических травм [13]. Изучение применения VR-технологий позволило ему прийти к созданию проекта

Bravemind («Доблестный ум») (2003 год). Цель работы заключалась в следующем: воссоздание ситуации или события, которые привели к возникновению расстройства, и реализация возможности пережить это событие вновь для последующей работы с травмой и назначением лечения. Проект получил продвижение лишь в 2005 году, так как разработка проекта пришлось в период полного отсутствия работы с технологиями VR. В 2010 году Альберт Риццо получил награду Американской психологической ассоциации за выдающийся вклад в излечение психологических травм.



Сценарии Bravemind для военных, подвергшихся посттравматическому синдрому [12]

Прорывом в усовершенствовании очков виртуальной реальности стал проект Google, в рамках которого в 2013 году было запущено открытое бета-тестирование очков Google Glass. Они имели более расширенный функционал, в него входила возможность следить за речью, касаниями и движениями головы пользователя, и удобство в подключении, имелась возможность подключаться к Интернету через функцию Bluetooth в телефоне.



Очки Google Glass [13]

В 2016 году компания Oculus выпустила шлем виртуальной реальности Oculus Rift. Кроме оптимизированного дизайна и веса, обшивки приятной на ощупь тканью, одно из отличий коммерческой версии – новая система для отслежива-

ния положения игрока в пространстве, с новой камерой-сенсором, которая устанавливается перед игроком на столе. В шлем интегрирована аудиосистема трехмерного звука [14].



Шлем Oculus Rift [14]

Сегодня

Теперь рассмотрим самые современные разработки в сфере виртуальной реальности. Большая часть описанных далее технологий была представлена на выставке CES 2023 – ежегодной выставке потребительской электроники.

Прототип VR-гарнитуры от Sharp. Данная гарнитура отличается невероятной легкостью – всего 175 грамм, это в несколько раз меньше большинства VR-шлемов и очков. При этом у гарнитуры отличный дисплей с разрешением 2K для каждого глаза и частота 120 Гц. У гарнитуры присутствуют функции распознавания окружающей среды и жестов пользователя [16].



Прототип от Sharp на CES 2023 [17]

Одним из самых популярных продуктов выставки стал образец PlayStation VR 2. Сам шлем виртуальной реальности сильно улучшился по сравнению со своим предшественником: разрешение увеличилось с 1 до 2K, увеличился угол обзора, появились внешние камеры, встроенные в шлем, для лучшего отслеживания окружающей среды, присутствует отслеживание взгляда, а также уменьшился вес шлема. Однако самым

большим недостатком стало отсутствие совместимости со всеми консолями PlayStation за исключением PS5 [18].



PlayStation VR2 [19]

Перейдем к Vive XR Elite. Сам шлем немного уступает ранее упомянутым в характеристиках, однако его внешний вид сам по себе вызывает массу внимания. Основными его особенностями является компактность – это высокопроизводительная универсальная гарнитура XR, которая превращается в пару портативных очков для погружения в виртуальную реальность, а также возможность персонализации межзрачкового расстояния для комфортного пользования [20].



Vive XR Elite [21]

Спустя два года разработки был представлен готовый вариант Somnium VR1. Самое необычное в этом шлеме – наличие открытого кода и модульность. Это позволит пользователям убирать, добавлять и модифицировать многие части гарнитуры. В шлеме присутствуют следующие ключевые характеристики – дисплей с высоким разрешением, отслеживание глаз и жестов, камеры и многие другие. На данный момент гарнитура не является автономной, однако разработчики утверждают, что автономная версия появится в течение года [22].

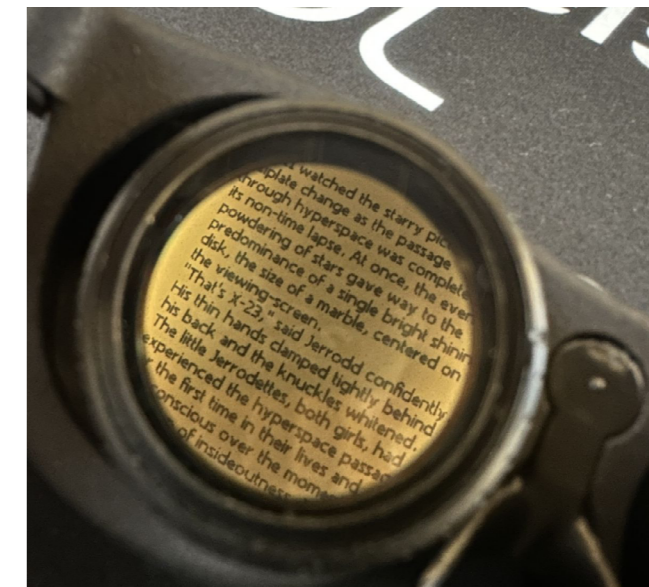


Somnium VR1 [23]

Актуальность

Отметим, что развитие технологий виртуальной и дополненной реальности происходит практически ежедневно, совершенствуется оборудование, разрабатываются целые комнаты виртуальной реальности для возможности полностью погрузить человека в этот мир, выпускаются новые виды очков, шлемов, перчаток и жилеток виртуальной реальности. Также данные технологии активно внедряются на специализированных предприятиях, в обучение сотрудников и кадров различных направлений; промышленные предприятия используют данную технологию для обеспечения безопасности. Стоит отметить, что несмотря на распространенность технологий

Напоследок стоит упомянуть SolReader – электронная книга в формате VR-очков. Вместе с очками идет небольшой пульт, который позволит листать страницы во время чтения. Однако устройство обладает невысоким разрешением и не выполняет никаких других функций, кроме чтения книг [24].



SolReader [25]

в различных сферах, в том числе в сфере игр, обучения, одним из важнейших направлений является нефтегазовая отрасль, так как предприятия ТЭК считаются одними из тех объектов, на которых ошибки, основанные на человеческом факторе, могут привести к колоссальным разрушениям, сопровождающимся множественными потерями. Стоит разобраться, в чем же преимущества использования технологий на предприятиях.

Крупные предприятия давно интересуются VR-технологиями. В России порядка 1,6 млрд рублей оказались инвестициями в проекты, связанные с промышленными VR/AR-решениями

за 2018 год. Решения дистанционного присутствия (ассистинговая реальность) и приложения дополненной реальности тестируются сейчас в крупнейших российских индустриальных компаниях, также сотрудники проходят обучение с помощью использования тренажеров виртуальной реальности.

Актуальность использования VR-технологий будет только повышаться с течением времени. Агентство TMT Консалтинг проводило исследования российского рынка виртуальной и дополненной реальности. В результате был сделан прогноз: ожидается рост рынка со среднегодовым темпом 37%, объем рынка увеличится в 5 раз к 2025 году и составит 7,0 млрд рублей [26]. На сегодняшний день исследования в области внедрения VR/AR-решений продолжают, что выражается в публикациях глобальных отчетов об исследовании рынков виртуальной и дополненной реальности. В отчете, опубликованном в сентябре 2022 года на платформе Research Reports World, были приведены перспективы глобального рынка технологий VR и AR на период с 2023 по 2030 годы, а также ключевые игроки на мировом рынке. Объем мирового рынка дополненной и виртуальной реальности (AR / VR) в 2021–2022 годах оценивался в 34 530,0 млн долларов США, и ожидается, что в течение прогнозируемого периода он увеличится в среднем на 38,69%, достигнув 245 750,0 млн долларов США к 2027 году [27].

Предположительно, наиболее перспективной сферой по внедрению технологий виртуальной и дополненной реальности станет образовательная сфера.

Наиболее востребованным и актуальным с практической точки зрения является внедрение иммерсивных технологий в образовательный процесс, для обучения специалистов и сотрудников, а также использование специализированных приложений для удаленной работы

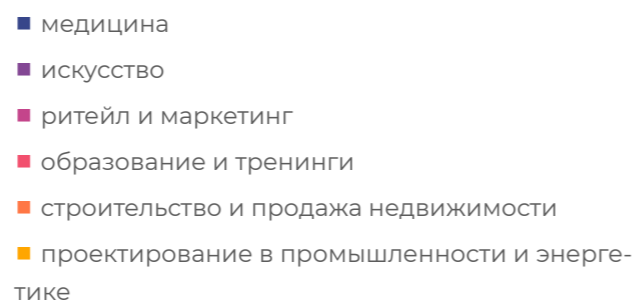
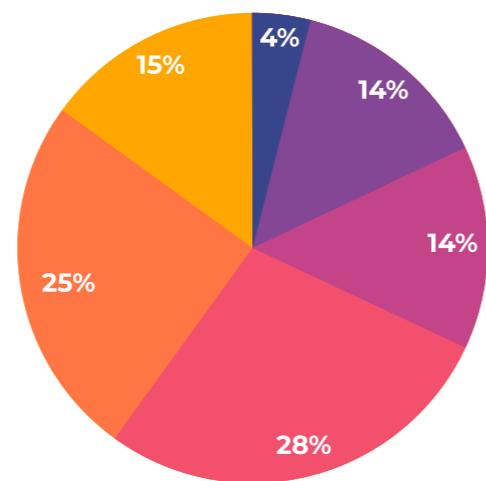


Диаграмма уровня внедрения технологий VR/AR

на объекте за счет дистанционного присутствия.

Образование с использованием технологий виртуальной реальности может позволить погрузить сотрудника в такое пространство, максимально похожее на реальную обстановку на производстве для того, чтобы позволить отрабатывать навыки необходимого поведения на особенно опасных объектах, действия сотрудников при технологических нарушениях и ликвидации их. Появляется возможность создавать такие ситуации, которые невозможно организовать для тренировок другими способами, например, разрушение оборудования, возгорание, разлив взрывоопасных веществ.

Применение технологий виртуальной и дополненной реальности может помочь в осуществлении технической поддержки во время ремонтных работ, а также при обслуживании оборудования и тех-

ники. С помощью мобильных устройств в реальном времени появляется возможность воспользоваться визуализацией.

Также у технологий виртуальной реальности есть еще ряд перспективных и интересных возможностей. Можно создавать модель предприятия в 3D варианте, что позволит проводить ознакомительные экскурсии для новых сотрудников или обучающихся. Также появляется возможность в безопасном варианте продемонстрировать различные технологические процессы и при этом не опасаться возникновения каких-то опасных или рискованных ситуаций.

Еще одно направление использования виртуальной реальности – VR-прототипирование. Особенно оно популярно в машиностроении. Самолеты, поезда и автомобили раньше проектировали с помощью кульманов. Сегодня же их разрабатывают в виртуальной реальности. VR и AR технологии существенно сокращают финансовые и временные издержки компаний и их клиентов [28].

Также областью применения технологий виртуальной реальности является маркетинг и продажи. При покупке появляется возможность не только изучить различный ассортимент товара, и рекомендации продавца, но и возможность увидеть, как товар будет выглядеть в его квартире, подойдет ли ему, или как покупка будет смотреться на покупателе, или его близких, для которых выбирается покупка. Помимо упомянутых отраслей технологии VR/AR применяются и в других сферах. К примеру, система виртуальной реальности не обошла стороной и искусство. Схемы визуализации состоят на службе у музеев – с их помощью можно побывать в закрытых музейных залах, посмотреть на утраченные экспонаты или памятники, прошедшие реконструкцию, посмотреть панорамные фильмы об интересующих исторических эпохах.

Как говорилось выше, самой первой сферой применения и развития технологий VR и AR стали игры и сфера развлечений. Отличие простой компьютерной игры от виртуальной реальности в том, что в первом случае участник ограничивается лишь простым наблюдением со стороны, а во втором случае происходит настоящее погружение в игровой процесс. Герой чувствует себя включенным в виртуальный мир, становится участником этой истории, взаимодействует с виртуальным пространством и персонажами, проживает жизнь персонажа. В настоящее время этот сегмент активно развивает технологии, создавая комнаты виртуальной реальности и клубы.

Исследователи компьютерной сферы и технологий прогнозируют, что в ближайшие лет пять, иммерсивные технологии будут становиться еще более популярны и востребованы в нашей жизни, мы будем нуждаться в них так же, как в компьютерах и смартфонах сейчас.

Планируется, что в технических устройствах программное обеспечение разовьется так, что изображение будет носить качество 4000 × 4000 точек на два глаза, при 90 fps, что будет увеличивать применимость технологий VR. Также делается предположение что наибольшую актуальность и востребованность технологии виртуальной реальности будут испытывать в сфере игровой, благодаря преимуществу реалистичности контента [29].

В скором времени ожидается полная замена привычных нам управленческих инструментов (джойстики, компьютерные мыши, клавиатуры) на виртуальные, что будет позволять расширять возможности в разных специальностях. Все это позволит выполнять задачи более быстро и продуктивно. Внедрение технологий виртуальной реальности на сегодняшний день происходит малоинтенсивно из-за нехватки клиентской

базы и отсутствия необходимых инструментов у производителей. Пользователям сложно доверять разработчикам, выпускающим программное обеспечение для виртуальной среды, потому как пока еще нет масштабных эффек-

тивных проектов, на которые можно было бы ориентироваться. Решением данной проблемы занимаются крупные корпорации, в частности, Google, Sony, Microsoft.

Вызовы и проблемы VR-технологий

Описанные VR/AR-решения особенно востребованы на промышленных предприятиях, где велика роль человеческого фактора и существуют риски производственного травматизма. В будущем их внедрение в индустриальный сектор будет становиться все шире. Во многих отраслях существуют проблемы и различные риски, нефтегазовая отрасль не стала исключением. Рассмотрим, как же с помощью технологий VR и AR можно усовершенствовать технологический процесс и сделать его более безопасным.

Стоит упомянуть, что технологии виртуальной, смешанной и дополненной реальности существуют в концепции «Индустрии 4.0», которая включает в себя новые технологии, такие как: Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (AI), робототехника, блокчейн, виртуальная и дополненная реальности (VR/AR) и др. Но именно последние в основном применяются на предприятиях. Чем же именно способны помочь технологии виртуальной реальности?

В первую очередь, это повышение безопасности на предприятии и даже предотвращение возможных аварий. Как результат, использование технологий виртуальной реальности может кардинально уменьшить риск ошибки персонала. Сегодня на предприятиях топливно-энергетического комплекса (ТЭК) реализуются нескольких современных степеней защиты от возникновения

чрезвычайных ситуаций, но полностью исключить их вероятность невозможно. Для того, чтобы обезопасить объекты и человеческие жизни, на потенциально опасных объектах проводятся инструктажи и тренировки персонала. В реальности полностью воссоздать опасный процесс не получится из-за рисков: кто решится спровоцировать возгорание на особо опасном объекте, чтобы посмотреть, смогут ли сотрудники оперативно ликвидировать внештатную ситуацию? Именно в таких случаях проводятся симуляции чрезвычайных ситуаций (ЧС) на базе технологий виртуальной реальности. VR помогает полностью погрузить сотрудника в ситуацию для отработки действий во время внештатных и аварийных ситуаций.

Стоит отметить, что технологии виртуальной реальности активно используются как средство обучения. Причем обучения не только персонала посредством создания полных «цифровых двойников», но также будущих кадров производственного сектора экономики – студентов. В рамках обучения частые выезды на предприятия невозможны, и в этом случае виртуальная и дополненная реальности позволяют полностью окунуться в атмосферу предприятия, изучить технологию и оборудование. Мы подходим к выводу, что технология VR способствует более активному погружению обучаемых в производственную среду до момента окончания основного образовательного процесса.

С точки зрения обучения персонала также активно используется технология дополненной реальности (AR). Ее суть заключается в том, что в условиях реального объекта, то есть непосредственно на нем, использование таких технологий позволяет выводить дополнительную информацию о том или ином объекте и оборудовании.

Если компании смогут грамотно использовать все преимущества VR-технологий, учитывая их особенности, будет проще достигать поставленных целей, благодаря организации более производительного труда на предприятиях, повышения профессиональных навыков и компетенций персонала, совершенствования и автоматизации рабочего процесса и привлечения потенциальных клиентов и потребителей.



ОБОРУДОВАНИЕ



Набор HTC Vive [31]



Набор Oculus Quest 2 [32]



Набор Valve Index [33]



Pico 4 [36]



Meta Oculus Quest 2 [37]

К иммерсивным технологиям относят виртуальную (VR), дополненную (AR) и смешанную (MR) реальность. В AR объекты реального мира дополняются некоторыми виртуальными объектами, состоящими из оцифрованных объектов или объектов, созданных с помощью 3D-моделирования. В режиме действия технологии VR учитывается полное погружение в виртуальный мир. MR представляет собой технологию, позволяющую создавать ощущение реальности присутствия смоделированных 3D-объектов за счет наложения их на реальное пространство настоящего мира. Без специального оборудования применение данных технологий будет невозможно. В данном разделе мы рассмотрим различные виды оборудования, применяющегося в сфере VR, AR и MR технологий.

Устройства для VR бывают двух типов:

- полноценные VR-наборы (VR-Kit), в которые входят шлемы, камеры и контроллеры.
- cardboard – очки, для работы которых нужен смартфон.

Самые известные наборы – это HTC Vive, Oculus Quest 2, PS VR и Valve Index [30].

Шлемы виртуальной реальности

В настоящее время самым популярным устройством VR является наголовный дисплей (Head Mounted Display, HMD).

VR шлем представляет из себя наголовную конструкцию, которая состоит из экрана, акустической системы и креплений. Устройство создает зрительный и акустический эффект погружения с помощью объемного звука и специальных датчиков. Современные модели устройства существенно уменьшились и стали более походить на очки, чем на шлем.

Объемное изображение создается путем демонстрации слегка отличающихся изображений для каждого глаза, это делается из-за особенностей строения человеческих глаз. Шлемы также содержат различные датчики положения головы (например, гироскопический или инфракрасный) [34].

Существованием этой технологии мы обязаны устройству человеческих глаз. Благодаря бинокулярному зрению (зрение, в котором используются два глаза) мы можем различать не только цвета, но и глубину – так мы определяем расстояние до объектов и поэтому не врезаемся в препятствия [30].

Существует три основных вида шлемов виртуальной реальности:

- VR-шлемы, подключаемые к персональному компьютеру (Pico 4, Meta Oculus Quest 2) или к другим устройствам, поддерживающим интеграцию (Playstation VR);
- VR-шлемы, подключаемые к мобильным устройствам, такие шлемы по своей комплектации обычно меньше, чем подключаемые к компьютерам (Samsung Gear VR, Google Cardboard);
- автономные VR-шлемы, которые чаще называют VR-очки, подготовка контента для вывода на экраны происходит в самих очках (OculusGo, HTC Vive Focus, AuraVisor) [35].

Очки виртуальной реальности

VR-очки – специальное устройство, включающее в себя механизм, который оснащен датчиками для отслеживания процессов движения пользователя, процессором, парой линз и высокоскоростным кабелем для передачи информации на компьютер или другое устройство.

Очки виртуальной реальности включают в себя три основных считывающих устройства:

1. Акселерометр – специализированный датчик, фиксирующий ускорение, который предназначен для отслеживания местоположения головы пользователя в пространстве.
2. Магнитометр – реагирует на магнитные поля, так называемый цифровой компас. Корректирует смещение при повороте головы пользователя.
3. Гироскоп – датчик, контролирующий скорость, угол обзора и направление взгляда пользователя.

Также структура очков содержит микроконтроллер, на который передаются данные со всех датчиков. Именно для дальнейшей передачи показателей в приложение на персональном компьютере данные собирают в одной части всего механизма очков [42].

Важно отметить российский опыт в создании отече-



Playstation VR [38]



Samsung Gear VR [39]



Google Cardboard [40]



AuraVisor [41]



VR-очки Vive Flow [44]

ственных VR очков на примере одного из проектов, движимых такой целью с начала 2020 года. Это проект Glazz. Очевидно, что заниматься таким сложным продуктом должны исключительно профессионалы в AR/VR индустрии и аппаратном обеспечении. Как оказалось, в целом по стране таких людей не очень много, но предприниматель в сфере AR/VR, основатель конференции MIXR, один из создателей данного проекта Glazz Андрей Ивашенцев собрал полноценную команду людей, замотивированных на создание отечественных очков виртуальной реальности. Спустя год после начала проекта, создатели

AR-оборудование

Сама по себе дополненная реальность – это целый комплекс оборудования, которое работает вместе. В перечень такого оборудования входят:

1. Графическая станция, компьютер (например, телефон или стационарный компьютер).
2. Дисплей (это может быть телевизор, монитор или даже экран телефона).
3. Камера (с нее мы считываем изображение, на которое в последствии накладываются объекты дополненной реальности).
4. Программное обеспечение (то, что связывает все части воедино, проецируя изображение правильно с учетом обстановки).

Производством AR-оборудования занимаются и крупные технологические корпорации, и нишевые компании: Google, Microsoft, Apple, Facebook, Epson, Magic Leap, Vuzix, Nreal, DreamWorld и другие.

По заявлению Xiaomi, очки дополненной реальности Wireless AR Glasses оснащены дисплеем, наиболее приближенным к сетчатке человеческого глаза. Это спо-

были вынуждены сообщить о его заморозке, на это повлияло множество различных факторов, это и сложности со стабильным финансированием, особенности с поиском и созданием компонентов для сборки AR-гарнитуры, проблемы с получением грантов от фондов и инвестиций от госкорпораций.

В данное время один из создателей проекта Илья Зеленский пытается, работая на собственном энтузиазме, разработать первую отечественную гарнитуру дополненной реальности, надеемся, у него это получится [43].



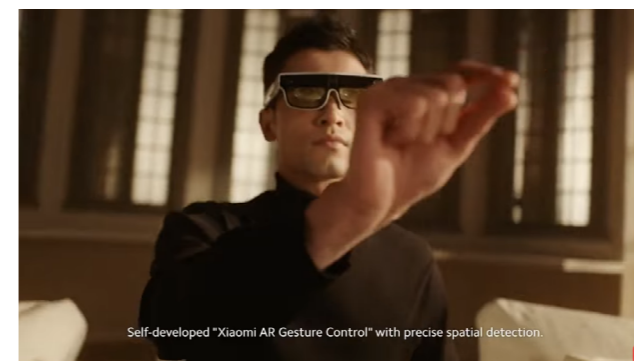
Vuzix Blade AR Smart Glasses [45]

собствует максимальной реалистичности проецируемых изображений. Также у очков есть два режима: прозрачный – для взаимодействия с реальностью, и затемненный – для полного погружения.

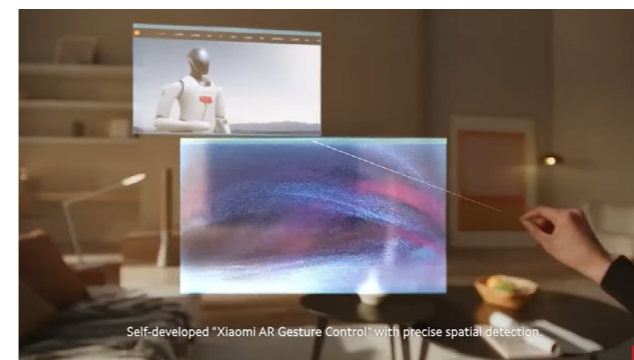


Xiaomi Wireless AR Glasses [46]

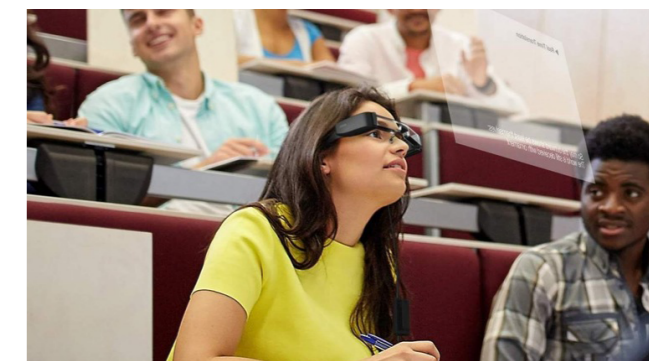
Для работы с очками был разработан целый набор жестов, которые распознаются устройством, а также интеграция со многими приложениями.



Распознавание жестов Xiaomi Wireless AR Glasses [47]



Распознавание жестов Xiaomi Wireless AR Glasses [47]



Очки дополненной реальности Epson Moverio BT-405 [48]



Очки дополненной реальности Rokid Air [49]

MR-оборудование

В смешанной реальности физическое окружение и цифровые проекции объединяются с целью взаимодействия друг с другом и с каждым по отдельности.

Иногда смешанную реальность считают синонимом дополненной, но это не так. За счет высокой интеграции реального и цифрового мира, а также из-за высокого уровня их взаимодействия смешанная реальность находится между дополненной и виртуальной.

Термин смешанной реальности используется еще с 1994 года. С тех пор технология совершенствовалась и сейчас MR реализована с помощью самых различ-

ных технологий:

- мобильные устройства;
- стационарные устройства;
- MR-шлемы и MR-очки;
- генераторы голограмм, CAVE и т.д.



HP Mixed Reality Headset [50]



Проектор GateBox [51]

Самые популярные производители MR-устройств – Microsoft, Acer, Asus, HP, Lenovo, Dell, Samsung.

Ярким примером устройства смешанной реальности являются очки смешанной реальности Microsoft HoloLens. Очками можно управлять как жестами, так и голосом (с помощью голосового помощника Microsoft – Cortana), а также HoloLens способны отслеживать взгляд пользователя, соответственно перемещая курсор.



Пример реализации CAVE [52]



Microsoft HoloLens [53]

Камеры и контроллеры

Помимо очков и шлема в набор VR входят камеры и контроллеры. Контроллеры помогают управлять игрой или приложением, а камеры служат дополнительным источником ввода (считывают движения игрока) и средством безопасности: вы можете отметить границы, за которые нельзя выходить, а камеры будут предупреждать вас, когда вы будете возле этих границ [30].

Контроллеры устроены сложнее, чем клавиатура или мышь, – в них есть не только кнопки, но и различные датчики, которые определяют расстояние от рукоятки до каждого из ваших пальцев, а также силу нажатия, положение руки



Установленный VR-набор [54]

и многие другие вещи; – датчиков в контроллере больше 80. Это позволяет показать в игре реалистичные руки, которые будут повторять движения игрока [30].

Тактильные перчатки

В системах виртуальной реальности для создания реалистичных обратных связей между пользователем и виртуальным контентом широко используется тактильное взаимодействие, которое обеспечивают специальные контроллеры (тактильные перчатки).



Тактильные перчатки [55]

Функциональность тактильных перчаток определяется выполнением ряда требований, связанных не только с обеспечением определенной точности фиксации движений пользователя, но и с симуляцией определенных тактильных ощущений, возникающих у пользователя при взаимодействии с виртуальной реальностью (ощущения прикосновения к объекту с возможностью идентификации формы, плотности, текстуры, температуры, влажности поверхности). На удобство пользования тактильных перчаток, применяемых в системах VR, также влияют их эргономические характеристики: легкость, эластичность, компактность и другие.

В настоящее время получили распространение два варианта конструктивного решения перчаток для систем VR: сплошные перчатки из плотной ткани и перчатки, надеваемые на пальцы сверху,

но оставляющие нижнюю часть ладони открытой. Питающее устройство и электронный блок, как правило, крепятся на запястье пользователя. Каждая перчатка оснащена комплектом датчиков, которые передают информацию о движениях рук пользователя в VR-приложение.



Перчатки для VR Forte Data Gloves [56]

Тактильные перчатки состоят из двух основных элементов – датчиков и исполнительных механизмов. Датчики движения считывают движения пальцев рук пользователя, а тактильные датчики считывают касания пользователя и передают их устройству [57].

Не стоит забывать, что при длительном использовании VR-шлемов или VR-очков у человека может возникнуть головокружение или тошнота, особенно после первого использования, когда мозг не привык к несоответствию чувств. Действия, происходящие в VR, противоречат физическому состоянию пользователя в этот момент, из-за чего человеческий мозг испытывает дискомфорт и перегрузки. Также при длительном использовании начинают уставать глаза и возможно возникновение головных болей. Именно поэтому при работе в VR стоит ограничиваться короткими сеансами, около 15 минут. Это поможет избежать большинства негативных эффектов [58].

Оформленные статьи и патенты

DOI: 10.14357/20790279190304

ISBN/ISSN: 2079-0279

Авторы: Славин О.А., Гринь Е.С.

Обзор технологий виртуальной и дополненной реальности

Журнал «Труды Института системного анализа Российской академии наук»

Учредители: Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0,424

Аннотация: В работе рассматриваются характеристики современных технологий виртуальной и дополненной реальности. Приводится описание особенности реализации приложений на основе технологий виртуальной и дополненной реальности и примеры применения в приложениях, разработанных в РФ. Перечислены проблемы, затрудняющие возможности использования технологий виртуальной и дополненной реальности. Отмечена необходимость охраны объектов интеллектуальной собственности, полученных с применением технологий AVR. Значительная часть обзора основана на отечественных публикациях.

Overview of virtual and augmented reality technology

Slavin O.A., Grin E.S.

Abstract: This paper discusses the characteristics of modern technologies of virtual and augmented reality, describes the features of the implementation of applications based on the technologies of virtual and augmented reality and examples of applications in applications developed in the Russian Federation. The article also lists problems that make it difficult to use technologies of virtual and augmented reality. The need to protect intellectual property obtained using AVR technologies was noted. Much of the review is based on domestic publications.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41211835>

Авторы: Дошина А.Д., Михайлова А.Е., Карлова В.В.

Устройства виртуальной реальности

III международная научная конференция «Технические науки: теория и практика» (Чита, апрель 2016)

Аннотация: Данная статья описывает понятие виртуальной реальности. Раскрывает основные направления устройств виртуальной реальности, и описывает их применения в современной жизни

человека на сегодняшний день и в ближайшем будущем.

Ссылка: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/165/10228/>

УДК/UDC: 004

Авторы: Ермаков А.С., Зарифулина И.С., Осанов В.А.

Взаимодействие пользователя с очками виртуальной реальности

XXVIII Российская научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов университета с приглашением ведущих ученых и специалистов родственных вузов и организаций Самара, 2021

Издательство: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45791377>

Номер патента: RU 2673406 C1

Авторы: Камоцкий А.С.

Патентообладатели: Федоров А.В.

Способ изготовления перчатки виртуальной реальности

Аннотация: Изобретение относится к манипуляторам. Технический результат заключается в обеспечении возможности получать и передавать данные о положении пальцев, кистей рук, локтевых и плечевых суставов, а также осуществлять тактильную обратную связь путем передачи вибрации на пальцы. В качестве датчиков используют сенсоры IMU, которые устанавливаются на пальцы перчатки, причем на указательный, средний, безымянный пальцы и мизинец устанавливаются по одному датчику в области предпоследней фаланги пальца, с внешней стороны ладони, на большой палец устанавливаются два датчика – на первую и на вторую фалангу, с внешней стороны, дополнительно

IMU-сенсоры устанавливаются на кисть руки, IMU-сенсоры с помощью кабеля подключают к системной плате, на внутренней стороне ладони, на предпоследней фалангах каждого пальца размещают вибрационные моторы, которые крепят аналогичным IMU-сенсорам способом, и также с помощью кабеля подключают к системной плате, на плечевом суставе дополнительно закрепляют плечевой модуль с IMU-сенсором, который подсоединяют к системной плате с помощью кабеля через разъем совмещенного модуля, либо беспроводным способом. 13 з.п. ф-лы, 4 ил.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37363220>

DOI: 10.21685/2072-3059-2020-2-1

УДК/UDC: 004.032.6

ISBN/ISSN: 2072-3059

Авторы: Тычков А.Ю., Волкова К.Ю., Киселева Д.В., Родионова Е.А.

Обзор систем виртуальной реальности

Журнал «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки»

Аннотация: Актуальность и цели. Объектом исследования являются системы виртуальной реальности, представляю-

щие собой уникальные программируемые средства погружения пользователя в условно смоделированную среду.

Предметом исследования является изучение свойств известных и ранее разработанных устройств виртуальной реальности, достоинств и недостатков с точки зрения масштабирования в различных отраслях науки и техники. Цель работы – провести аналитический литературный обзор и анализ известных устройств виртуальной реальности, представить наиболее перспективные решения с точки зрения безбоязненно-го использования для решения в различных технологических задачах. Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовался поисковый метод научных и научно-популярных работ в лицензированных российских и зарубежных базах E-library и

Scopus по ключевым словам: VR, virtual reality, history, review. Результаты. Представлены тренды развития виртуальной реальности в разрезе информационных, инженерных и потребительских решений. Рассмотрены современные виртуальные устройства, особенности их применения и сравнительные характеристики. Выводы. Виртуальная реальность на современном этапе развития может стать необходимой формой поддержки принятия решения, с помощью которой можно значительно повысить эффективность работы специалистов в различных сферах деятельности.

Ссылка: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sistem-virtualnoy-realnosti>

УДК/UDC: 371.398

Авторы: Иванько А.Ф., Иванько М.А., Романчук Е.Е.

Виртуальная реальность в образовании

Журнал «Научное обозрение. Педагогические науки»

Аннотация: Развитие компьютерных технологий с невероятнейшей скоростью привело к тому, что виртуальная реальность, которая казалась чем-то из разряда фантастики еще 2–3 года назад, постепенно становится составляющей нашей жизни. Виртуальная реальность представляет собой интерактивный трехмерный искусственный мир, погружение в который создает у пользователя иллюзию реальности происходящего. Она не только воздействует на органы чувств человека, но и сама реагирует на его движения и действия. Изначально новое открытие в мире информационных технологий использовалось исключительно в развлекательных целях: создавались очки и шлемы виртуальной реальности, позволяющие окунуться в любимую игру с головой и ощутить себя на месте главного героя. Однако со временем виртуальная реальность начала покорять и другие сферы жизни человека: медицину, архитектуру, кинематограф, искусство, образование и т.д.

В данной статье рассказывается, каким образом можно внедрить в образовательный процесс виртуальную реальность и как это может сказаться на усвоении учениками материала, выявляются плюсы и минусы использования данной технологии при обучении, а также рассматриваются современные VR-устройства и образовательные программы.

Virtual reality in education

Ivanko A.F., Ivanko M.A., Romanchuk E.E.
Abstract: The development of computer technology with incredible speed has led to the fact that virtual reality, which seemed to be something of the category of fiction 2–3 years ago, is gradually becoming part of our life. Virtual reality is an interactive three-dimensional artificial world, immersion in which creates the illusion of reality for the user. It not only affects the human senses, but also itself reacts to its movements and actions.

Initially, a new discovery in the world of information technology was used exclusively for entertainment purposes: virtual reality glasses and helmets were created, allowing you to plunge into your favorite game with a head and feel like the main character. However, over time, virtual reality began to conquer other areas of human life: medicine, architecture, cinema, art, education, etc.

This article describes how virtual reality can be incorporated into the educational process and how it can affect students' mastery of the material, identifies the pros and cons of using this technology when learning, and also examines modern VR devices and educational programs.

Ссылка: https://s.science-pedagogy.ru/pdf/2019/2019_3_1.pdf#page=20

УДК/UDC: 378.14

ISBN/ISSN: 2073-9613

Авторы: Шевченко Г.И., Кочкин Д.А.

Основные характеристики очков виртуальной реальности и перспективы их использования в учебном процессе

Журнал «Преподаватель XXI век»

Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

Аннотация: В статье проведен анализ современных очков виртуальной реальности с целью определения наиболее перспективных для процесса обучения. На основе характеристик программно-аппаратных средств виртуальной реальности делается вывод о каждом устройстве и рассматриваются перспективы его использования в образовании. Среди исследуемых устройств представлены следующие модели: Oculus Rift, HTC Vive, Sony PlayStation VR, Lenovo Explorer, HP WMR Headset, Samsung Odyssey, Asus WMR Headset, Acer WMR Headset и Dell Visor. Перечис-

ленные очки виртуальной реальности выбраны в связи с тем, что являются одними из самых развитых и доступных средств погружения в симулируемую среду на сегодняшний день, кроме того, данные устройства работают по схожим технологиям, в отличие от гарнитур виртуальной реальности, работающих в связке с телефонами такими как Samsung Gear VR, Google Cardboard и др.

Ссылка: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-harakteristiki-ochkov-virtualnoy-realnosti-i-perspektivy-ih-ispolzovaniya-v-uchebnom-protsesse>

УДК/UDC: 535.8

Авторы: Вахрушева Т.М.

Особенности применения очков виртуальной реальности

Конференция «Информационные технологии в современном мире» (Екатеринбург, 06 мая 2016 года)

Аннотация: В статье представлены основные сферы и направления использования очков виртуальной реальности, в том числе в сфере образования.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26394079>

УДК/UDC: 535.8

Авторы: Крепак И.М.

Очки виртуальной реальности

Конференция «New Challenges in New Science» (Петрозаводск, 25 ноября 2020 года)

Аннотация: Данная статья посвящена научному и техническому прогрессу XXI века, а именно очкам виртуальной реальности. Их потенциал, влияние на сферы жизни общества,

плюсы и минусы, актуальность внедрения в современном мире.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44419825>

Номер патента: RU 2688278 С1

Авторы: Цзян Хао, Ван Шунь, Дин Вэньхуэй, Чжан Хуэймин

Патентообладатели: Бейдзин Сяоми Мобайл Софтвэр Ко., Лтд.

Очки виртуальной реальности

Аннотация: Изобретение относится к очкам виртуальной реальности. Технический результат заключается в обеспечении адаптации очков виртуальной реальности к внешним электронным устройствам с различными типами интерфейсов и универсальности очков виртуальной реальности. Такой результат достигается за счет возможности отсоединения линии подачи данных от корпуса очков виртуальной реальности, чтобы изменить ее в соответствии с типом интерфейса внешнего электронного устройства. Очки виртуальной реальности содержат: корпус очков, который может быть соединен с внешним электронным устройством, которое

воспроизводит контент виртуальной реальности; линию подачи данных, причем эта линия подачи данных содержит первый соединительный штекер на первом конце, при этом первый соединительный штекер находится в контакте с первым интерфейсом на корпусе очков для разъемного соединения линии подачи данных с корпусом очков; и линия подачи данных содержит второй соединительный штекер на втором конце, при этом второй соединительный штекер адаптирован ко второму интерфейсу внешнего электронного устройства. 22 з.п. ф-лы, 21 ил.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38147680>

Номер патента: RU 179301 U1

Авторы: Камоцкий А.С.

Патентообладатели: Федоров А.В.

Перчатка виртуальной реальности

Аннотация: Полезная модель относится к манипуляторам, а именно к виртуальным перчаткам, предназначенным для работы с интерактивными устройствами, компьютерной робототехникой и компьютером. Техническим результатом

полезной модели является возможность получать и передавать в компьютер или другое устройство данные о положении пальцев, кистей рук, локтевых и плечевых суставов, а также осуществлять тактильную обратную связь путем

передачи вибрации на пальцы. Также техническим результатом является возможность фиксировать виртуальную модель руки не в локтевом суставе, а в плечевом и с высокой точностью распознавать и передавать на компьютер или иное устройство всех возможных движений руки, в том числе и в горизонтальной плоскости. Еще одним преимуществом является возможность использования вне стационарно оборудованных помещений, что удобно при использовании решения вместе с мобильными устройствами (смартфонами) или портативными решениями виртуальной и дополненной реальности. Указанный технический результат достигается за счет того, что заявлена перчатка виртуальной реальности, содержащая датчики, расположенные на пальцах перчатки, причем датчики подключены к системной плате, отличающаяся тем, что в качестве датчиков использованы сенсоры IMU, расположенные внутри перчатки, выполненной из ткани, причем каждый из сенсоров IMU со-

держит в себе акселерометр, гироскоп и магнитометр, при этом четыре IMU сенсора расположены на предпоследних фалангах мизинца, безымянного, среднего и указательного пальцев, два IMU сенсора расположены на первой и второй фалангах большого пальца, один сенсор IMU расположен на системной плате; на пальцах перчатки закреплены вибрационные моторы, по одному на каждом пальце, причем на всех пальцах, кроме большого, вибрационные моторы закреплены на предпоследних фалангах пальцев, а на большом пальце вибрационный мотор закреплен на последней фаланге; на перчатке закреплена системная плата, где расположен вычислительный модуль; сенсоры IMU, вибромоторы, аккумулятор подключены к системной плате посредством проводов; совмещенный модуль с IMU сенсором и световым датчиком расположен на запястье перчатки.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38153186>

ISBN/ISSN: 2075-5473

eISSN: 2409-2533

Авторы: Хижникова А.Е., Клочков А.С., Котовсмоленский А.М., Супонева Н.А., Черникова Л.А.

Виртуальная реальность как метод восстановления двигательной функции руки

Журнал «Анналы клинической и экспериментальной неврологии»

Аннотация: Последствия перенесенных нарушений мозгового кровообращения серьезно снижают качество жизни пациентов. Одной из наиболее приоритетных задач восстановления бытовой и социальной активности пациентов является восстановление базовых моторных навыков, таких как: способность достигнуть объект, манипулировать им, координировать движения двух рук. Для успешного восстановления движений необходимо проведение тренировок в среде, максимально приближенной к реальной, активное участие пациента, а также

наличие интерактивной обратной связи, позволяющей пациенту контролировать правильность выполнения двигательной задачи и корректировать собственные усилия. С развитием компьютерных технологий появилась возможность усовершенствовать классические подходы в реабилитации пациентов, перенесших инсульт. Для соблюдения данных условий и успешного целенаправленного обучения конкретной двигательной задаче активно применяются технологии виртуальной реальности (VR). Технической основой VR послужили компью-

терное моделирование и компьютерная имитация, а также трехмерная визуализация, позволяющая реалистично отображать движение на экране. Данные технологии позволяют воссоздать необходимое рабочее пространство для тренировки моторного навыка, обеспечить интерактивную обратную связь и высокую интенсивность реабилитации. В статье приведена информация о развитии

подобных технологий в области двигательной реабилитации функций верхней конечности, сравнительный анализ применяемых и разрабатываемых в настоящий момент систем и перспективы развития ВР в нейрореабилитации.

Ссылка: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-vosstanovleniya-dvigatelnoy-funktsii-ruki>

УДК/UDC: 004.928

Авторы: Нестерова Е.И.

Функциональность перчаток, используемых в системах виртуальной реальности

Конференция «Инновационные материалы и технологии в дизайне» (Санкт-Петербург, 26–27 марта 2020 года)

Аннотация: Степень функциональности отдельных элементов, входящих в системы виртуальной реальности (Virtual Reality – VR), определяется набором функций, обеспечивающих взаимодействие пользователя с виртуальным контентом. Приведены результаты анализа технологических и конструк-

тивных особенностей используемых в VR-системах тактильных перчаток, определяющих полноту и совершенство обратной тактильной связи пользователя с виртуальным контентом.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44424759>

ISBN/ISSN: 2075-5473

eISSN: 2409-2533

Авторы: Рубейкина А.М.

Разработка шлема виртуальной реальности

Выпускная квалификационная работа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)

Аннотация: Предметом исследования является шлем виртуальной реальности. Целью работы является разработка шлема виртуальной реальности на базе платы Arduino nano. Поставленные задачи: обзор существующих аналогов, подбор компонентов, разработка индикатора разряда, корпуса шлема и программного обеспечения. После исследования аналогов были выявлены главные составляющие для создания виртуальной реальности. Для подобран-

ных компонентов была составлена схема подключения. Для аккумулятора был разработан индикатор разряда, так как нужно знать, когда батарея разрядится. Был разработан универсальный корпус, для доступа внутрь корпуса, чтобы заменить аккумулятор или произвести ремонт. Также разработан код для модуля акселерометр и гироскоп для отслеживания положения головы. Данный шлем предназначен для обучения.

Abstract: The subject of research is the helmet of virtual reality. The aim of the work is to develop a virtual reality helmet based on Arduino nano boards. Provider of tasks: review of existing analogues, selection of components, development of a discharge indicator, helmet housing and software. After research, the main components for creating virtual reality were identified. For selected components, a connection diagram was drawn up. A discharge indicator has been developed for the battery. A universal housing has been developed for access to the housing to replace the battery or make repairs. A code has also been developed for the accelerometer module and gyroscope for tracking head position. This helmet is intended for training.

Ссылка: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/61632>



ТЕХНОЛОГИИ

Тренажеры

Виртуальный тренажер представляет собой программный комплекс, позволяющий проводить физические опыты на компьютере путем математического моделирования.

В сфере обучения существует несколько основных областей, в которых применяются виртуальные тренажеры:

1. Моделирования физических процессов в компьютерном представлении.
2. Визуальное дополнение к учебникам и учебным пособиям.
3. Интерактивное дистанционное обучение.
4. Практические и лабораторные занятия.
5. Обучение и повышение квалификации сотрудников.

Можно выделить несколько основных областей применения виртуальных тренажеров на основе функциональных возможностей:

- компьютерное моделирование физических процессов;
- демонстрационное сопровождение учебных пособий;
- системы повышения квалификации

персонала;

- дистанционное обучение;
- лабораторные занятия и практикумы.

Виртуальный тренажер – комплекс механизмов, который создает симуляцию тех или иных обстоятельств в виртуальной среде. Такие тренажеры используются для:

- выработки порядка выполнения задания;
- отработки алгоритма в необычных обстоятельствах и чрезвычайных ситуациях;
- увеличения производительности при принятии решений;
- изучения новых алгоритмов и закрепление на примерах.

Подобные практики помогают увеличить скорость наработки навыков за счет погружения человека в ситуацию. Такой подход минимизирует риски на предприятии, увеличивает эффективность школьного обучения [59]. Области применения тренажеров разнообразны. Рассмотрим несколько самых актуализированных сфер и примеры реализованных тренажеров в них.



Обучение студентов с помощью технологий виртуальной реальности [60]

Одной из самых крупных сфер применения виртуальных тренажеров является обучение и образовательный процесс студентов и школьников. Введение виртуальных тренажеров и симуляторов уже происходит на многих предприятиях. Благодаря быстро развивающимся технологиям виртуальной и дополненной реальности подобные тренажеры внедряются в такие сферы как здравоохранение, химическое образование, авиация, медицина, педагогическая сфера, обучение сотрудников и образовательный процесс студентов.

В рамках деятельности многих специалистов, таких как врачи, педагоги, руководители и другие, ежедневно приходится сталкиваться с принятием решений в той или иной ситуации. Для принятия решения должен соблюдаться ряд условий; зачастую значительно затрудняет процесс ограниченное количество информации и высокое давление на человека, принимающего решение. При этом внедрение тренажеров виртуальной реальности в сферу подготовки учителей может быть ограничено, так как прорабатываются лишь некоторые аспекты человеческих взаимоотношений (между учителем и учеником). Кроме того, реагирование на изменение ситуации под действием человеческого фактора в данной сфере сложно предугадать и процесс построения алгоритма правильного поведения для решения критических ситуаций становится затруднительным [61]. С помощью современных технологий VR/AR в школах происходит развитие и обучение посредством определенной интерактивной деятельности, что позволяет повышать заинтересованность учеников и дает возможность лучше усвоить информацию. Для внедрения элементов интерактивного обучения также необходимо внесение коррективов в обучение как будущих педагогов, так и учителей, основываясь на развитии цифровых технологий.



Применение технологий дополненной реальности в процессе образования школьников [62]

Переходя на более высокую степень получения образования, нельзя не упомянуть применение технологий виртуальной реальности в образовании уже студентов и будущих кадров. Вузы готовят студентов совершенно различных специализаций, некоторые из них напрямую связаны с рисками, в том числе и рисками здоровья и жизни человека, а именно профессии хирургов и врачей других специализаций. Использование виртуальных тренажеров при профориентационной работе с учениками способствует более четкому пониманию профессии, а также осознанному выбору при поступлении в вуз. Благодаря этому повышается мотивация и успеваемость будущих студентов вуза. Стоит отметить, что, находясь уже в статусе работника хирургического отделения, актуальность использования тренажеров в качестве обучения и проверки сотрудников также остается на высоком уровне. Использование тренажеров виртуальной реальности позволяет сократить количество ошибок медицинских работников. К примеру, начинающие хирурги совершают в 2-3 раза меньше ошибок на своих первых операциях [63]. Профессия врачей является одной из самых ответственных, так как от них может зависеть жизнь человека, в ней также не стоит забывать о человеческом факторе. Практика и долгие тренировки являются главными критериями отсутствия ошибок. Внедрение технологий VR/AR позволит увеличить количество часов

практики, однако при этом могут возникнуть некоторые нюансы работы с живыми людьми, которые не могут быть точно переданы в виртуальном пространстве.



Пример визуализации в медицине [64]

Ниже представлены проекты тренажеров в различных областях деятельности людей, работающих на специализированных предприятиях.

Примеры тренажеров, используемых на предприятиях

Наименование тренажера	Краткая характеристика
Тренажер «Работа на высоте» с использованием технологий виртуальной реальности [65]	Программа ориентирована на обучение по профессиям, чьи трудовые обязанности связаны с опасным фактором «Падение с высоты». Программа включает интерактивный аватар обучающегося (перемещение, взаимодействие с объектами), механизмы имитации физических процессов, интерактивную рабочую зону и графический контент.
Виртуальный тренажер запуска и останова холодильной установки [66]	Программа предназначена для использования курсантами, обучающимися по специальности «Специальные системы жизнеобеспечения», при изучении дисциплины «Холодоснабжение». Программа позволяет обеспечить первоначальное изучение процессов эксплуатации холодильных установок, отработку практических навыков по управлению агрегатами системы холодоснабжения и осуществлять контроль усвоения программы подготовки.
Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Взрывник» [67]	Тренажер виртуальной реальности по специальности «Взрывник» представляет собой программное обеспечение в виде обучающего тренажера виртуальной реальности. Тренажер содержит комплекс сценариев и производственных операций: осмотр рабочей зоны, зарядка шпуров с помощью зарядной машины, установка заглушек с детонаторами, подключение волноводов, взрыв с помощью взрывной машинки, проверка зоны на оставшиеся заряды
Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Бурильщик шпуров» [68]	Тренажер виртуальной реальности по специальности «Бурильщик шпуров» представляет собой программное обеспечение в виде обучающего тренажера виртуальной реальности. Тренажер включает тупиковую горную выработку, буровую установку с закрепленным буром и элементами управления, сопутствующее оборудование.

Наименование тренажера	Краткая характеристика
Программа «Виртуальный тренажер-имитатор освоения, эксплуатации и капитального ремонта скважин» [69]	Программа для ЭВМ «виртуальный тренажер-имитатор освоения, эксплуатации и капитального ремонта скважин», предназначенная для проведения лабораторных работ по: -разбуривание цементной пробки-спуско-подъемные операции-глушение скважины методом прямой и обратной промывки-ремонтное цементирование под давлением через отверстия перфорации-кислотная обработка продуктивного пласта, освоения скважин с помощью сваба-гидравлический разрыв пласта-гидропескоструйная перфорация-ликвидация газонефтеводопроявлений-освоение скважины с помощью компрессора
Тренажер по технологическим операциям малотоннажного завода сжижению природного газа [70]	Разработана полноценная модель малотоннажного завода по сжижению природного газа АО «КриоГаз», которая включает в себя реализованные в VR-формате технологические процессы, необходимые для отработки действий инженеров. В тренажере разработаны режимы экскурсии и симулятора, в котором выведен сценарий действий с пробоотборником (подключение, заполнение сжиженным природным газом, регазификация)
Тренажер по отработке оперативных действий оператора и/или третьих лиц при реализации возможных аварий на объекте магистрального транспорта газа, а также контролю за рядом типовых нарушений [70]	Разработка проекта включает в себя создание VR-тренажера по промышленной безопасности, с помощью которого инженер сможет отрабатывать различные навыки на технологической площадке. В тренажере представлено 3 различных сценария действий (отработка действий персонала при аварии, эвакуация третьих лиц, выявление нарушений). Под каждый сценарий разработан определенный алгоритм действий, а также созданы полноценные 3D-модели всех объектов взаимодействия.
Тренажер управления системой добычи и сбора газа морского газоконденсатного месторождения [71]	Прототипом тренажера является система добычи и сбора газа Кириного газоконденсатного месторождения. ПО предназначено для обучения основным знаниям теории и практики работы с системой добычи морского газоконденсатного месторождения, представленного в виде подводного добычного комплекса (ПДК), используя инструменты SCADA и удаленного управления воздушным и подводным дронами. ПО работает полностью в цифровом виде, имеет математическое ядро, симулирующее работу ПДК. Управление дронами осуществляется в формате 3D.

Крайне заметными все преимущества виртуальной реальности и тренажеров становятся в представлении их в моменты чрезвычайных ситуаций, таких как пожар, что чаще всего случается на предприятиях и в заведениях. Рассмотрим основные преимущества применения виртуальных тренажеров:

- безопасность – с использованием тренажеров исчезает опасность для жизни и здоровья обучающегося;
- тренировку можно проводить бесконечное количество раз, не тратя время и ресурсы на восстановление к исходной точке;
- с помощью различных модификаций можно с легкостью повышать или понижать сложность тренажера, а также добавлять различные элементы к нему [59].

Стоит отметить, что функциональные возможности виртуальных тренажеров обширны, ведь они могут включать в себя любые действия, исполняемые человеком в реальном мире. Именно поэтому редактирование, удаление и пополнение функционала тренажеров не является глобальной проблемой системы и разработчиков. Существуют как индивидуальные, так и групповые тренажеры. Для каждого тренажера могут быть реализованы различные этапы обучения, подсказки, демонстрации и многое другое [72].

Особого внимания требует также такая область применения, как нефтегазовая промышленность. На сегодняшний день существует несколько проектов

симуляторов и тренажеров для отработки действий сотрудников предприятий, для повышения квалификации персонала, находящегося на месторождениях и непосредственной близости к ним. Таким образом можно выделить некоторый функционал тренажеров, исходя из спецификации отрасли. К примеру, разработка и создание полноценных моделей предприятий с реализацией необходимых технологических процессов для отработки действий инженеров. Для повышения безопасности на предприятии существуют тренажеры по промышленной безопасности на случай чрезвычайных ситуаций на заводе, платформе или месторождении.



Демонстрация возможной аварии на предприятии [73]

При этом стоит учитывать, что создание тренажеров для любого вида предприятий включает в себя множество аспектов, которые необходимо учитывать и которые могут вызывать сложность в реализации. Сам процесс создания тренажеров является достаточно сложным, имеющим многоступенчатый алгоритм работы. Приведем некоторые процессы, которые учитываются при реализации тренажера:

- сложность получения необходимых исходных данных для алгоритмизации технологических процессов;
- сложность верификации математических моделей и проверка их точности;
- сложность применения на объектах, наличие специализированных помещений с производительными компьютерами;
- квалифицированные сотрудники, поддерживающие процессы обучения и тренировок;
- сложности в модернизации тренажеров по факту изменений в технологиче-

ском процессе предприятия;

- создание сценариев для тренажера требует тщательного изучения предприятия и задействования квалифицированных сотрудников для точного воспроизведения ситуаций.

Обучение на виртуальных тренажерах наиболее полезно именно в таких различных областях, в которых подверженность риску крайне существенна, а также для проверки знаний правил безопасности работников различных организаций. При этом стоит учитывать, что внедрение на предприятия требует также изменения методологии обучения потенциальных сотрудников. Методики обучения должны содержать в себе технологии виртуальной реальности, их практическое применение. В перспективе это позволит довести действия работника до автоматизма, погрузить студентов в среду, близкую к профессиональной.

Оформленные статьи и патенты

УДК/UDC: 331.453

ISBN/ISSN: 978-5-00173-255-6

Авторы: Широков Ю.А., Тихненко В.Г., Ивакина Е.Г., Имамзаде А.И.

Применение методов виртуальной реальности при обучении безопасности труда трактористов-машинистов

Монография «Наука, общество, образование в эпоху цифровизации и глобальных изменений»

Учредители: ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Издательство: Пенза МЦНС «НАУКА и просвещение»

Аннотация: Показаны проблемы обучения трактористов-машинистов в связи с цифровизацией машинно-тракторных агрегатов и одновременным обучением (повышением квалификации) работников разных поколений. Проведен анализ причин недостаточной эффективности традиционных систем и методик обу-

чения трактористов-машинистов безопасности труда. Раскрыты возможности применения цифровых технологий при подготовке работников к безопасному труду и формировании систем управления охраной и безопасностью труда.

Ссылка: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2022/03/МОН-172.pdf#page=176>

УДК/UDC: 355.1

Авторы: Вокин С.С., Атрошкин Д.А.

Тренажеры виртуальной реальности в специальной парашютной подготовке

Журнал «Научный резерв»

Учредители: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Рязанское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознаменное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова» Министерства обороны Российской Федерации

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0,364

Аннотация: Рассмотрены вопросы подготовки личного состава для совершенствования парашютных прыжков на парашютных системах специального назначения, взгляды педагогов и инструкторов на внедрение тренажеров виртуальной реальности в обучение управлению специальной парашютной системой в простых и экстремальных условиях.

Vokin S.S., Atroshkin D.A.

Abstract: The article deals with the issues of training personnel to perform parachute jumping on special purpose parachute systems, the views of teachers and instructors on the introduction of virtual reality simulators in training to operate a special parachute system in simple and extreme conditions

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44336688>

Virtual reality simulators in special parachute training

Авторы: Аминев Р.Р., Хафизов Р.Р., Хрусталева Н.С.

Виртуальные тренажеры нештатных ситуаций в нефтегазовом производстве

Журнал «Студенческий вестник»

Учредители: Общество с ограниченной ответственностью «Интернаука»

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48701334>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021611057

Авторы: Ворошилов С.П., Седельников Г.Е., Есипенко А.Ю., Попов К.В.

Тренажер «Работа на высоте» с использованием технологий виртуальной реальности

Аннотация: Программа ориентирована на обучение по профессиям, чьи трудовые обязанности связаны с опасным фактором «Падение с высоты». Программа включает интерактивный аватар обучающегося (перемещение, взаимодействие с объектами), механизмы имитации физических процессов, интерактивную рабочую зону и графиче-

ческий контент. Программа позволяет обучить тем действиям, которыми в большинстве случаев пренебрегают, и сформировать у обучающегося четкие стереотипы безопасного поведения во время работ на высоте. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44762360>

DOI: 10.46594/2687-0037_2020_3_1222

ISBN/ISSN: 2686-7958

Авторы: Джумабеков А.Т., Артыкбаев А.Ж., Абуов С.М., Жарменов С.М., Калымбетов Р.Б., Ибраева С.Р.

Виртуальные тренажеры-симуляторы в обучении эндоскопических хирургов

Журнал «Виртуальные технологии в медицине»

Учредители: Горшков Максим Дмитриевич

Аннотация: В работе исследуется влияние использования тренажера LapSim® на эффективность отработки курсантами базовых навыков в лапароскопической хирургии. В результате выяснилось, что использование виртуального тренажера-симулятора LapSim® в учебном процессе существенно, в 2-3 раза снижает количество ошибок, которые допускают начинающие хирурги.

Virtual simulators in the training of endoscopic surgeons

Dzhumabekov A.T., Artykbaev A. Zh., Abuov S.M., Zharmenov S.M., Kalymbetov R.B., Ibraeva S.R.
Abstract: The article investigates the influence of the use of the LapSim® simulator on the effectiveness of training students in basic skills in laparoscopic surgery. As a result, it turned out that the use of the virtual simulator – LapSim® in the educational process significantly, 2-3 times reduces the number of mistakes made by novice surgeons.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44265115>

ISBN/ISSN: 2542 – 2162

УДК/UDC: 08

Авторы: Волков К.В., Аксенов С.Г.

Применение технологий виртуальной реальности для создания обучающих тренажеров в области пожарной безопасности

Журнал «Студенческий форум»

Учредители: Уфимский государственный авиационный технический университет

Ссылка: https://nauchforum.ru/archive/studjournal/12%28191_1%29.pdf#page=24

Аннотация: В данной статье рассмотрены виды применения и особенности VR технологий в области пожарной безопасности.

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021617644

Авторы: Росляков Е.М., Алешичев С.Е., Бриденко И.И., Макаров М.А.

Виртуальный тренажер запуска и останова холодильной установки

Аннотация: Программа предназначена для использования курсантами, обучающимися по специальности «Специальные системы жизнеобеспечения», при изучении дисциплины «Холодоснабжение». Программа позволяет обеспечить первоначальное изучение процессов эксплуатации холодильных установок, отработку практических навыков по управлению агрегатами системы холодоснабжения и осуществлять контроль усвоения программы подготовки. Одним из основных элементов работы программы является правильное определение порядка действий и воспроизведение

алгоритма запуска и последующего останова всех элементов холодильной системы, в ходе которых осуществляется контроль физических параметров основных узлов и агрегатов. Правильные действия обучающегося приносят ему положительные баллы, неправильные – отрицательные. Программу можно использовать в стационарных условиях, например, в компьютерном классе, а также на персональном компьютере. Тип ЭВМ: IBM PC- совмест. ПК; ОС: Windows.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45823870>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021616278

Авторы: Суслеников М.М.

Программа «Виртуальный тренажер-имитатор освоения, эксплуатации и капитального ремонта скважин»

Аннотация: Программа для ЭВМ «виртуальный тренажер-имитатор освоения, эксплуатации и капитального ремонта скважин», предназначенная для проведения лабораторных работ по: -разбуривание цементной пробки-спуско-подъемные операции-глушение

скважины методом прямой и обратной промывки-ремонтное цементирование под давлением через отверстия перфорации-кислотная обработка продуктивного пласта, освоения скважин с помощью сваба-гидравлический разрыв пласта-гидропескоструйная

перфорация-ликвидация газонефте-водопроявлений-освоение скважины с помощью компрессора. При имитации технологических процессов на экран монитора выводятся числовые характеристики геолого-технологических условий, графики важнейших контролируемых технологических па-

раметров и анимация, отображающие в реальном времени работу оборудования и состояние скважины. Программное обеспечение организовано как клиент/серверное приложение.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45822439>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021615327

Авторы: Ворошилов С.П., Седельников Г. Е., Есипенко А.Ю., Попов К.В.

Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Взрывник»

Аннотация: Тренажер виртуальной реальности по специальности «Взрывник» представляет собой программное обеспечение в виде обучающего тренажера виртуальной реальности. Тренажер содержит комплекс сценариев и производственных операций: осмотр рабочей зоны, зарядка шпуров с помощью зарядной машины, установка заглушек с детонаторами, подключение

волноводов, взрыв с помощью взрывной машинки, проверка зоны на оставшиеся заряды. Сценарии построены на основе типовых должностных инструкций специальности «Взрывник» и требований охраны труда. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45821366>

УДК/UDC: 378.14

ISBN/ISSN: 2712-9624

Авторы: Случанинов Н.Н., Чижумов С.Д.

Виртуальные тренажеры как элемент информационных систем инженерного вуза

Журнал «Специальная техника и технологии транспорта»

Учредители: Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева

Аннотация: Приведен краткий обзор возможных направлений использования информационных систем в образовании. Даны примеры их использования в ВУЗе. Описаны некоторые виртуальные тренажеры, в том числе и разработанные в Военном институте железнодорожных войск и военных сообщений.

Abstract: A brief overview of the possible uses of information systems in education is given. Examples of their use in higher education institutions are given. Describes some virtual simulators, including those developed at the Railway Troops and Military Communications. The positive and negative sides of informatization in education.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49064957>

Virtual simulators as an element of information systems of engineering university

Sluchaninov N.N., Chizhiumov S.D.

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021615328

Авторы: Ворошилов С.П., Седельников Г. Е., Есипенко А.Ю., Попов К.В.

Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Бурильщик шпуров»

Аннотация: Тренажер виртуальной реальности по специальности «Бурильщик шпуров» представляет собой программное обеспечение в виде обучающего тренажера виртуальной реальности. Тренажер включает тупиковую горную выработку, буровую установку с закрепленным буром и элементами управления, сопутствующее оборудование. В ходе обучения на тренажере необходи-

мо выполнить ряд производственных операций по бурению шпуров: подготовка рабочей зоны, обора заколов, выставление опорной плоскости, бурение шпуров с помощью пульта дистанционного управления. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45821367>

DOI: 10.36871/2618-9976.2020.11.006

УДК/UDC: 004.94

ISBN/ISSN: 2618-9976

Авторы: Иванов М.Н.

Мягкие измерения и вычисления

Журнал «Специальная техника и технологии транспорта»

Учредители: ООО «Издательский дом «Научная библиотека»

Аннотация: В данной статье рассматриваются способы повышения качества образовательного процесса при использовании виртуальных тренажеров. Приведены основные тренды применения симуляторов в образовании. Представлен практический опыт Финансового университета при Правительстве Российской Федерации по развитию Открытой онлайн-академии online.fa.ru. Рассмотрены конкретные примеры разработанных виртуальных тренажеров «Управление финансовым фондом», «Русский как иностранный» и «Финансовый директор» для онлайн-курсов Открытой онлайн-академии Финуниверситета. Приведено описание структуры виртуального тренажера на примере симулятора, «Блокчейн и криптовалюты».

Ivanov M.N.
Abstract: This article discusses the ways to improve the quality of the educational process with using virtual simulators. The main trends in the use of simulators in education are presented. The practical experience of the Financial University under the Government of the Russian Federation on the development of the Open Online Academy online. fa.ru is presented. Specific examples of the developed virtual simulators «Financial Fund Management», «Russian as Foreign» and «Financial Director» for online courses of the Open Online Academy of the Financial University are considered. The description of the structure of a virtual simulator is given on the example of a simulator «Blockchain and Cryptocurrencies»

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44842391>

Information analysis decision support system for strategic planning of regional and urban development

ISBN/ISSN: 2541-9412

Авторы: Ахматгалиева Р.Д.

Виртуальные тренажеры в процессе обучения специалистов-метрологов

Журнал «Студенческий»

Учредители: Общество с ограниченной ответственностью «Сибирская академическая книга»

Аннотация: В данной статье рассматривается необходимость использования виртуальных тренажеров в учебном процессе специалистов-метрологов. Описан порядок работы с виртуальным тренажером для проверки манометров цифровых METROL TX0 и выделены технические документы для разработки тренажера.

Akhmatgalieva R.

Abstract: This article discusses the need to use virtual simulators in the educational process of metrologists. The procedure for working with a virtual simulator for checking digital METROL TX0 pressure gauges is described and technical documents for the development of the simulator are highlighted.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49152893>

Virtual simulators in the process of training metrologists

УДК/UDC: 378

ISBN/ISSN: 1726-846X

Авторы: Шагиахметова М.Н., Масалимова А.Р

Цифровые симуляторы и виртуальные тренажеры как инструменты практической подготовки будущих учителей начальных классов

Журнал «Казанский педагогический журнал»

Учредители: Институт педагогики, психологии и социальных проблем

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0,343

Аннотация: Высшие учебные заведения имеют огромный потенциал для практической подготовки студентов-бакалавров, будущих учителей. Важную роль в процессе практической подготовки студентов-бакалавров, будущих учителей начальных классов играют правильно подобранные методики, формы и инструменты организации педагогических практик. В связи с выходом цифровизации образования на новый уровень, актуальным становится внедрение цифровых симуляторов и виртуальных тренажеров, которые будут играть решающую роль в сокращении разрывов между теорией и практикой. В связи с этим, данная статья направ-

лена на выявление интереса студентов к использованию цифровых симуляторов и виртуальных тренажеров. В ходе исследования использовались методы анализа научной литературы, метод анкетирования с открытыми вопросами, которые позволили раскрыть содержание и определить значимость внедрения цифровых симуляторов в практическую подготовку будущих учителей начальных классов. Ответы студентов были подвергнуты контент-анализу...

Digital simulators and virtual simulators as tools for practical training of future primary school teachers

Shagiakhmetova M., Masalimova A.

Abstract: Higher educational institutions have a huge potential for practical training of bachelor students and future teachers. An important role in the process of practical training of undergraduate students of future primary school teachers is played by properly selected methods, forms and tools for organizing pedagogical practices. In connection with the digitalization of education to a new level, the introduction of digital simulators and virtual simulators is becoming relevant, which will have a decisive role in reducing the gaps between theory

and practice. In this respect, this article is aimed at identifying students' interest in using digital simulators and virtual simulators. In the course of the study, methods of analyzing scientific literature, the method of questioning with open questions were used, which allowed to reveal the content and determine the significance of the introduction of digital simulators in the practical training of future primary school teachers...

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49100541>

Цифровые двойники

Еще в 2003 году Майкл Гривс в своем жизненном цикле продукта представил понятие цифрового двойника (ЦД). В то время ЦД состоял из трех основных частей – физического объекта, виртуального аналога и соединения между ними. Также в 2010 году НАСА сформулировало определение ЦД для косми-

ческого корабля как «интегрированное мультифизическое, многомасштабное моделирование транспортного средства или системы, в котором используются лучшие доступные физические модели, обновления датчиков, история флота и т. д., чтобы отразить жизнь связанного с ним летающего двойника»^[74].



Жизненный цикл продукта [75]

Цифровые двойники стали играть ключевую роль именно в промышленной сфере. Это связано со многими факторами, ключевыми из которых являются высокая важность этапа проектирования, а также стремительное развитие искусственного интеллекта и значительный уровень оптимизации. Технологии VR и AR, в особенности цифровые двойники занимают одну из важнейших позиций в IV промышленной революции [76].



Цифровой двойник предприятия [77]

Одним из самых перспективных направлений цифровизации являются цифровые двойники. Более современным определением «цифрового двойника» является «компьютерное представление конкретного физического изделия, группы изделий, механического или технологического процесса, который включает не только трехмерную геометрию, технические характеристики и текущие параметры работы, но и другую важную информацию – окружающую среду и условия эксплуатации, техническое состояние и наработку, взаимодействие с другими объектами, данные предиктивной аналитики, в том числе по прогнозированию отказов и сбоев» [78].

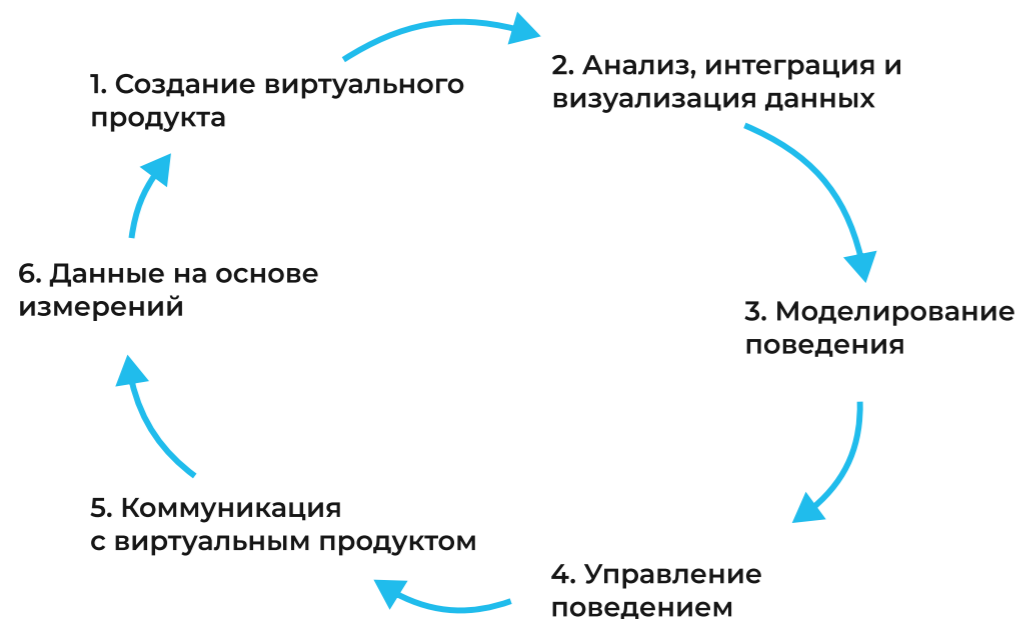


Схема создания и применения цифрового двойника [79]

Существует несколько видов классификации цифровых двойников. Начнем с разделения по уровню сложности:

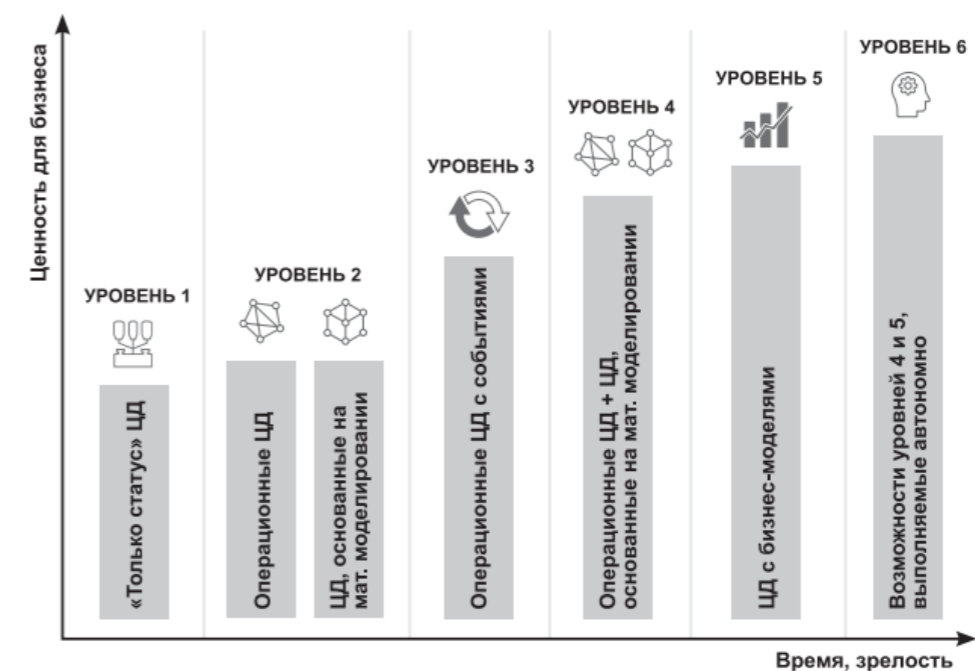
1. ЦД компонента или детали. Является частью объекта, при этом позволяет изучить объект более детально и предупредить или максимально оперативно починить поломки объекта.
2. ЦД актива. Это цифровой двойник всего продукта, который позволяет проводить анализ его работы и улучшить его характеристики.
3. ЦД комплексного объекта (системы). Такой ЦД позволяет изучить систему на предмет путей оптимизации ее работы и совершенствования в зависимости от того или иного показателя.
4. ЦД процесса. Этот ЦД состоит из активов и систем, в основном направлен на поиск путей оптимизации.

Далее рассмотрим классификацию ЦД по уровню зрелости:

1. Предшественник ЦД. Применяется в основном на этапе проектирования объекта с целью снижения технических рисков.
2. Классический ЦД. Применяется в качестве дубликата объекта, основная цель – уточнение модели самого объекта.

3. Адаптивный ЦД. Этот двойник имеет специальное программное обеспечение, которое синхронизирует все изменения реального объекта с цифровым.
4. Интеллектуальный ЦД. Повторяет возможности адаптивного ЦД и обладает способностью распознавания шаблонов, операций и анализа [80].

Стоит отметить, что ЦД базируются на целом ряде эволюционирующих технологий, от роста возможностей которых напрямую зависит их развитие. Расширение применения ЦД в новых отраслях и приложениях идет вслед за развитием математических моделей, которые совершенствуются в описании физических процессов, а также в отражении сложных экономических и социальных явлений. Большую роль в новых возможностях ЦД играет рост доступных вычислительных ресурсов для математического моделирования. Сегодня многие задачи, основанные на численном моделировании, при необходимой точности и доступных вычислительных ресурсах, требуют весьма длительного расчетного времени [81]. Ниже изображен процесс эволюции цифровых двойников.



Эволюция ЦД и сопутствующих технологий [82]

Стоит сказать о преимуществах и недостатках цифровых двойников. Для начала, рассмотрим преимущества цифровых двойников:

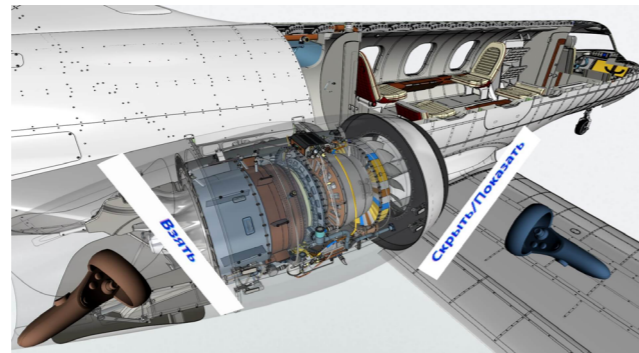
- увеличение прозрачности процессов объекта;
- значительно уменьшаются сроки вывода объекта на рынок;
- появляется возможность прогнозирования процессов системы еще до окончания разработки с целью снижения рисков;
- уменьшается количество ресурсов и времени, необходимых для диагностики объекта;
- появляется возможность оптимального внесения корректировок заказчика на ранних стадиях разработки;
- за счет обмена данных в реальном времени увеличивается производительность системы [74].

Далее обратим внимание на ключевые недостатки цифровых двойников:

- отсутствие четкой связи между цифровыми двойниками связанной системы;
- отсутствие связанного описания разнородных объектов в одном сценарии, на данный момент описывается каждый объект по отдельности;
- существующие способы агрегирования цифровых двойников направляются на уже созданные, в связи с чем поднимается проблема контента исследований;
- низкий уровень реализации интеллектуальных систем, что приводит к низкому уровню практического применения;
- низкий уровень реализации автоматического учета данных физического объекта в существующих приложениях [83].

Несмотря на ограничения во внедрении технология цифровых двойников востребована, и все большее количество предприятий разных отраслевых сфер внедряют на производство данное новшество. Цифровые двойники используются во многих сферах и отраслях. Авиастроение, построение АЭС и других опасных объектов – именно в этих сферах важно применять ЦД, ведь

любая, даже самая маленькая ошибка может привести к катастрофе. ЦД также применяют для создания моделей бизнеса. Такие двойники полезны высокой автоматизацией, оперативностью и высоким уровнем интеграции и позволяют многократно увеличить прибыль и эффективность бизнеса [74].



3D-модель самолета для цифрового двойника [84]

На данный момент существует несколько работающих проектов, направленных на применение цифровых двойников в совершенствовании управления городом и активами, на предприятиях в нефтегазовой отрасли и промышленности, для ознакомления и обучения персонала с предприятием с возможностью отслеживать необходимые показатели в режиме реального времени. Все более стремительно увеличивается количество «умных» устройств и оборудования, в задачи которого входит обработка больших массивов данных, их анализ и заключение предварительных выводов, что позволит более эффективно управлять процессами производства.

Приведем один из примеров таких проектов. Цифровой двойник города направлен на повышение эффективности управленческих решений и устойчивости систем логистики, энергопотребления, связи, городского планирования, строительство зданий, транспорта и борьбы со стихийными бедствиями. Также в связи с активным развитием технологий ЦД на рынке появляется продук-

ция, непосредственно связанная с ними, такие как определенное программное обеспечение цифровых систем [85].



Цифровой двойник города Хельсинки (Финляндия) [86]

Реализация технологии цифрового двойника осуществляется и в нефтегазовой отрасли. На данный момент существует несколько проектов цифровых двойников предприятий, которые включают в себя все физические и математические модели предприятия, что позволяет, к примеру, отслеживать необходимые показатели. ЦД используются также для создания на их основе тренажеров и симуляторов. Примером

одного из таких проектов можно считать проект Центра виртуальной, дополненной и смешанной реальности «Губкин Цифра» – тренажер по технологическим операциям малотоннажного завода по сжижению природного газа. Разработана полноценная модель малотоннажного завода по сжижению природного газа АО «КриоГаз», которая включает в себя реализованные в VR-формате технологические процессы, необходимые для отработки действий инженеров.

Тренажер позволяет в процессе эксплуатации добавлять и расширять функционал. С помощью данного тренажера инженеры смогут подтверждать свои компетенции и отрабатывать свои должностные обязанности перед выходом на объект. Это позволяет значительно снизить риск человеческой ошибки на самих установках, а также повышает уровень цифровизации объекта. Также в модели цифрового двойника возможна глубокая интеграция с иными различными расчетно-аналитическими комплексами.

Таким образом, внедрение ЦД в производство, бизнесы и различные отрасли



Цифровой двойник малотоннажного завода СПГ [87]

позволит улучшить их качество, производительность и прибыль, а также получить преимущество перед конкурентами. Технология цифровых двойников кардинально меняет методы производства, оптимизирует процессы, произ-

ходящие в системе, а также позволяет быстро и мало-затратно тестировать новые продукты. Активное внедрение технологии ЦД открывает возможности экономического развития и прогресса предприятия и страны в целом.

Оформленные статьи и патенты

Авторы: Арифупин Н.А.

Технология «Цифровых двойников» и ее применение в процессе автоматизации основных процессов промышленного предприятия

Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet»

Аннотация: В статье рассмотрены особенности применение на современных промышленных предприятиях технологии «цифровых двойников». По мысли автора, несмотря на актуальность рассматриваемой проблемы, ее решение в настоящий момент сталкивается с рядом ограничений, решение которых может прямо повлиять на повышение эффективности автоматизации современных промышленных компаний.

The technology of «Digital twins» and its application in the process of automation of the main processes

Авторы: Помогаев В.М., Скосырева Н.Д.

Использование технологии цифровых двойников в образовательном процессе: на примере цифрового двойника стада

Конференция «Высшее образование для XXI века» (Москва, 18–19 ноября 2020 года)

Издательство: Московский гуманитарный университет (Москва)

Аннотация: В статье описывается опыт Омского ГАУ по использованию в образовательном процессе технологии цифровых двойников. Дается определение понятия цифровых двойников, раскрывается суть технологии цифровых

двойников в контексте реализованного проекта и перспективы использования технологии для развития животноводства и в образовательном процессе.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47475482>

of an industrial enterprise

Arifulin N.A.

Abstract: The article discusses the features of the use of «digital twins» technology in modern industrial enterprises. According to the author, despite the urgency of the problem under consideration, its solution currently faces a number of limitations, the solution of which can directly affect the increase in the efficiency of automation of modern industrial companies.

Ссылка: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-tsifrovyyh-dvoynikov-i-ee-primeneniye-v-protseesse-avtomatizatsii-osnovnyh-protseessov-promyshlennogo-predpriyatiya>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022662912

Авторы: Михайлов С.А., Скворцов А.А., Фаткиев И.Ф., Касьяненко А.А., Дмитрук В.В., Недзвецкий М.Ю., Аксютин О.Е.

Программное обеспечение «ОКО ЦД» цифровой системы «Цифровой двойник» геолого-технологической модели месторождения

Аннотация: Программа предназначена для интеграции других программных средств объекта «Цифровой двойник» и набором инструментов для моделирования технологических процессов в продуктивных пластах, скважинах, газосборной сети и пунктах переключающей арматуры Южно-Русского месторождения. Обеспечивает решение следующих задач: 1. постоянный контроль состояния объекта, в том числе: 1.1. контроль поведения по данным физической модели; 1.2. контроль поведения по данным самообучающейся модели; 1.3. контроль показаний приборов по

результатам косвенных измерений; 2. взаимодействие с уровнем физической модели посредством формирования и обработки очереди запросов на проведение расчетов. Поддержка принятия решений по: 1. оптимальному режиму эксплуатации оборудования; 2. проведению регламентных и внеплановых работ; 3. упреждающему выявлению отклонений в режимах работы и возможных нештатных ситуаций. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК. ОС: Windows 32/64.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49198332>

УДК/УДС: 332.05

Авторы: Абрамов В.И., Громыко А.А.

Цифровые двойники для цифровой трансформации управления городом

Конференция «Управление, экономика и право: проблемы, исследования, результаты» (Пенза, 26–27 сентября 2021 года)

Издательство: Пензенский государственный аграрный университет (Пенза)

Аннотация: В статье рассматриваются причины появления цифровых двойников и их применение для цифровой трансформации управления, их эффективность в условиях нового технологического уклада. Обсуждаются возможности и особенности использования цифровых двойников в управлении городом. Показано, что цифровые двойники города – это перспективная технология управления, которая позволяет руководству города находить наиболее эффективные и выгодные варианты решений для нововведений и развития.

Abramov V.I., Gromyko A.A.
Abstract: The article discusses the reasons for the emergence of digital twins and their application for digital transformation of management, their effectiveness in a new technological paradigm. The possibilities and features of using digital twins in city management are discussed. It is shown that the digital twins of the city are promising systems that allow the city administration to find the most effective and profitable solutions for innovations.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46547875>

Digital twins for digital transformation of city management

УДК/UDC: 658.5 + 331.103.6

Авторы: Абрамов В.И., Туйцына А.А.

Цифровые двойники – эффективные инструменты цифровой трансформации компании

Конференция «Управление бизнесом в цифровой экономике» (Санкт-Петербург, 18–19 марта 2021 года)
Издательство: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна (Санкт-Петербург)

Аннотация: В статье рассмотрены особенности использования цифровых двойников при осуществлении цифровой трансформации компании, проанализированы разные подходы к определению цифровых двойников и рассмотрены разные виды цифровых двойников. Показано, какую пользу они могут принести бизнесу при цифровой трансформации компании.

Abramov V., Tuytsyna A.
Abstract: The article discusses the features of using digital twins in the implementation of the digital transformation of a company, analyzes different approaches to the definition of digital twins, and considers different types of digital twins. It is shown what benefits they can bring to the business during the digital transformation of the company.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47168850>

Digital twins as effective tools for the company digital transformation

УДК/UDC: 339.97

ISBN/ISSN: 1684-1026

Авторы: Денисова Н.А.

Роль технологии цифрового двойника в процессах цифровой трансформации таможенного администрирования

Журнал «Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии»

Учредители: Российская таможенная академия

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0,232

Аннотация: В статье автором исследовано понятие термина «цифровой двойник», рассмотрены области применения и перспективы развития технологии цифрового двойника. Отмечена роль данной технологии в процессах цифровой трансформации таможенного администрирования.

customs administration
Denisova N.A.
Abstract: The article examines the evolution of the term «digital twin», the scope of application of digital twins technology, the prospects for the development of this technology, and its role in the processes of digital transformation of customs administration.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48377028>

The role of digital twin technology in the processes of digital transformation of

Авторы: Кириллов Д.С., Барчукова Т.А.

Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий

Конференция «Актуальные вопросы экономики и управления» (Смоленск, 21–22 октября 2021 года)
Издательство: «Маджента» (Смоленск)

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47231452>

DOI: 10.31799/1684-8853-2021-2-60-71

УДК/UDC: 004.94

ISBN/ISSN: 1684-8853

Авторы: Воробьев А.В., Пилипенко В.А., Воробьева Г.Р., Христовуло О.И.

Методология создания и перспективы применения проблемно-ориентированных цифровых двойников магнитных обсерваторий и вариационных станций

Журнал «Information and control systems»

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0,573

Аннотация: Введение: магнитные станции являются одним из основных инструментов наблюдения геомагнитного поля, однако пропуски и аномалии во временных рядах геомагнитных данных, нередко превышающие 30 % от числа зарегистрированных значений, негативно отражаются на эффективности реализуемого подхода и затрудняют применение элементов математического обеспечения, требующих соблюдения условия непрерывности информационного сигнала. Кроме этого, отсутствующие значения вносят дополнительную неопределенность в задачах компьютерного моделирования динамики пространственного распределения параметров геомагнитных вариаций. Цель: разработать методологию повышения эффективности технических средств наблюдения геомагнитного поля. Метод: создание и интеграция в процессы сбора и предварительной обработки геомагнитных данных проблемно-ориентированных цифровых двойников магнитных станций, позволяющих с известной

точностью имитировать функционирование их физических прототипов.

Development and application of problem-oriented digital twins for magnetic observatories and variation stations

Vorobev A.V., Pilipenko V.A., Vorobeva G.R., Khristodulo O.I.
Abstract: Introduction: Magnetic stations are one of the main tools for observing the geomagnetic field. However, gaps and anomalies in time series of geomagnetic data, which often exceed 30% of the number of recorded values, negatively affect the effectiveness of the implemented approach and complicate the application of mathematical tools which require that the information signal is continuous. Besides, the missing values add extra uncertainty in computer simulation of dynamic spatial distribution of geomagnetic variations and related parameters. Purpose: To develop a methodology for improving the efficiency of technical means for observing the geomagnetic field. Method: Creation

of problem-oriented digital twins of magnetic stations, and their integration into the collection and preprocessing of geomagnetic data, in order to simulate

the functioning of their physical prototypes with a certain accuracy.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45651338>

DOI: 10.17747/2311-7184-2022-5-114-116

ISBN/ISSN: 2311-7184

Авторы: Дунина А.А.

Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики

Журнал «Стратегии бизнеса»

Учредители: ООО «Издательский дом «Реальная экономика»

Импакт фактор журнала в РИНЦ / Impact Factor: 0, 688

Аннотация: В статье описывается одно из направлений цифровой трансформации экономики, а именно цифровые двойники на производстве. Рассматривается значение понятия «цифровой двойник», а также представляется схема применения данной технологии. Приведены разные типы цифровых двойников по двум классификационным признакам. Также статья содержит информацию о сдерживающих и стимулирующих факторах развития рынка цифровых двойников. Выделены основные поставщики технологии, а также примеры применения цифровых двойников в отечественной практике.

Dunina a.a.
Abstract: The article describes one of the areas of digital transformation of the economy, namely digital twins in manufacturing. The meaning of the concept «digital twin» is considered, as well as a diagram of the application of this technology is presented. Different types of digital twins are given according to two classification criteria. The article also contains information about the constraining and stimulating factors for the development of the digital twins market. The main suppliers of technology are highlighted, as well as examples of the use of digital twins in domestic practice.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48544732>

Digital twins in production as one of the directions of digital transformation of the economy

Авторы: Тельнов Ю.Ф.

Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий

Национальная научно-практическая конференция «Цифровая экономика: тенденции и перспективы развития» (Москва, 22–23 октября 2020 года)

Издательство: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (Москва)

Аннотация: В докладе рассматриваются модели цифровых двойников, используемые для инжиниринга

производственных систем и в цифровой трансформации предприятий. Для построения моделей цифровых двой-

ников используются структурные и имитационные методы, методы анализа больших объемов данных, генерируемых киберфизическими устройствами. Для взаимодействия различных моделей цифровых двойников предлагается использовать многоагентные системы и онтологические модели.

Digital twins and digital transformation of enterprises

Telnov Yu.F.

Abstract: The report examines the models

of used for engineering production systems and digital transformation of enterprises. To build models of digital twins, structural and simulation methods are used, as well as methods for analyzing big data generated by cyberphysical devices. It is proposed to use multi-agent systems and ontological models for interaction of various models of digital twins.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44291098>

Авторы: Семенков К.В., Промыслов В.Г., Полетыкин А.Г.

Верификация крупномасштабных АСУ ТП с помощью гибридных цифровых моделей и цифровых двойников

Конференция «Фундаментальные проблемы управления производственными процессами в условиях перехода к индустрии 4.0» (Сочи, 06–12 сентября 2020 года)

Издательство: Издательский центр ЮУрГУ

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44120915>

3D-моделирование

В наши дни 3D-моделирование все набирает обороты, сейчас оно применяется не только при профессиональной разработке, но и в любительском использовании. 3D-моделирование применяется во многих сферах, как промышленных (строительство, виртуальные тренажеры, цифровые двойники промышленных объектов и т.д.), но и более художественных (дизайн, кино, компьютерные игры и т.д.). Использование этой технологии позволяет облегчить работу многих специалистов.

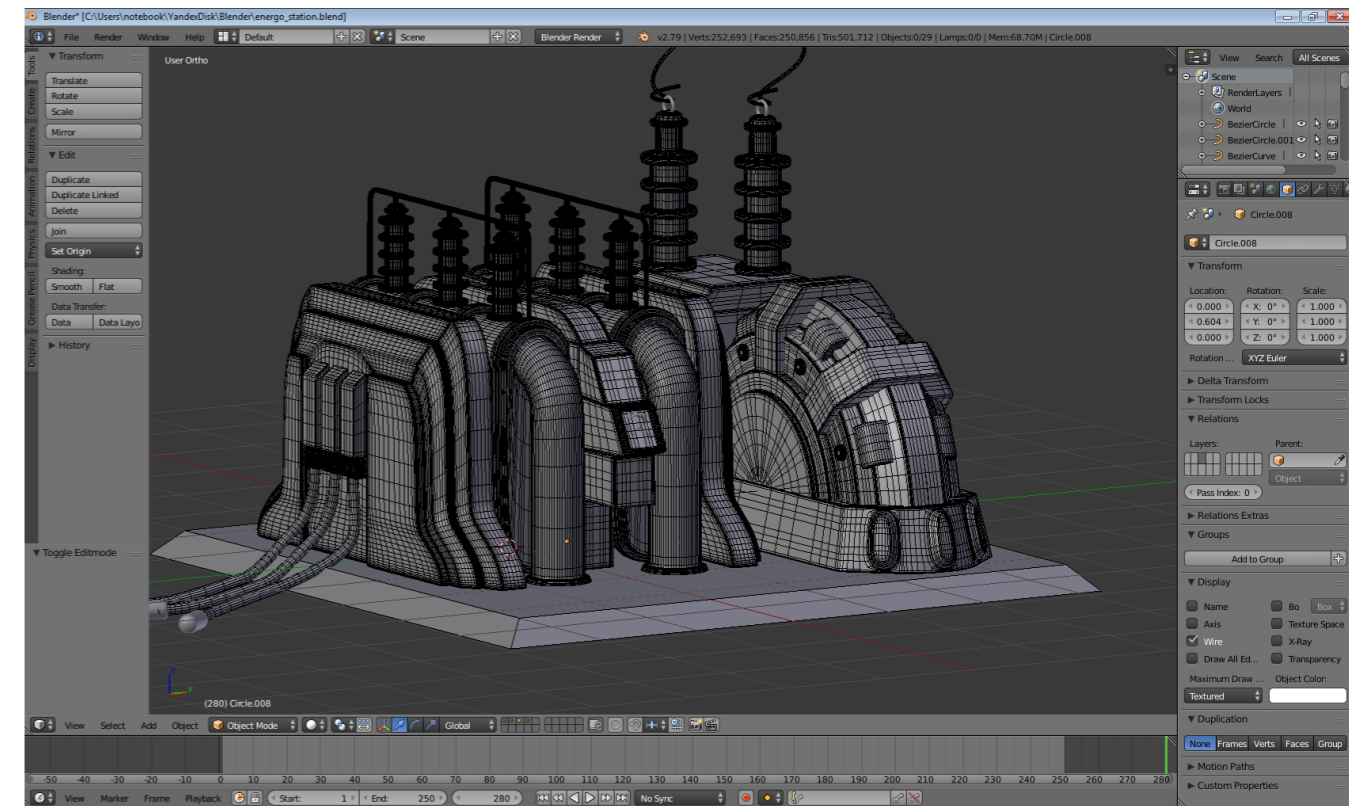
3D-моделирование – совокупность инструментов и технологий для создания объемных объектов в цифровом про-

странстве. Зачастую 3D-моделирование достигает такого высокого уровня, что цифровой объект почти невозможно отличить от аналогичной фотографии. Благодаря объемной модели объекта значительно упрощается процесс его изучения. Особенно это полезно, когда объект находится на стадии разработки или уже введен в эксплуатацию и нет возможности детально исследовать его без вреда системе.

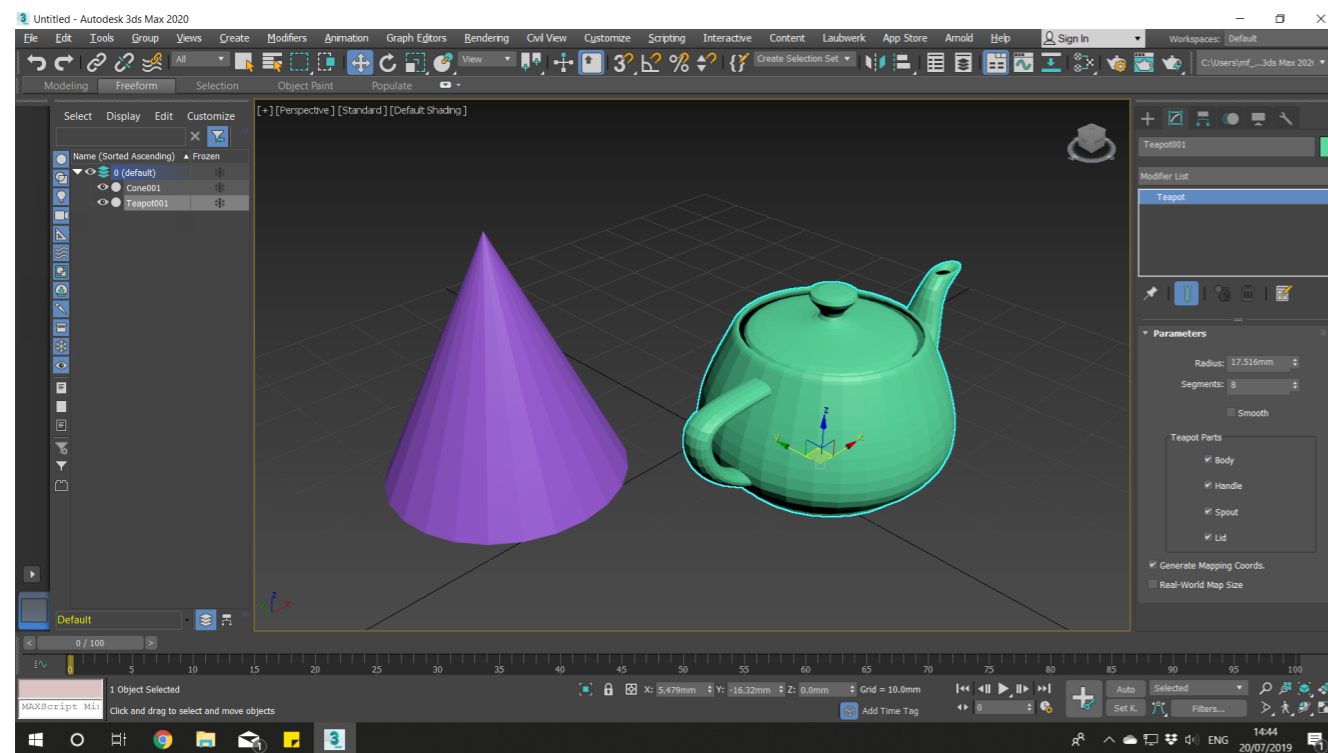
Существует множество различных программ для создания 3D-моделей, каждая из которых больше подходит под ту или иную область применения. Рассмотрим сравнение некоторых из них в таблице:

Характеристики программных продуктов 3D-моделирования [88]

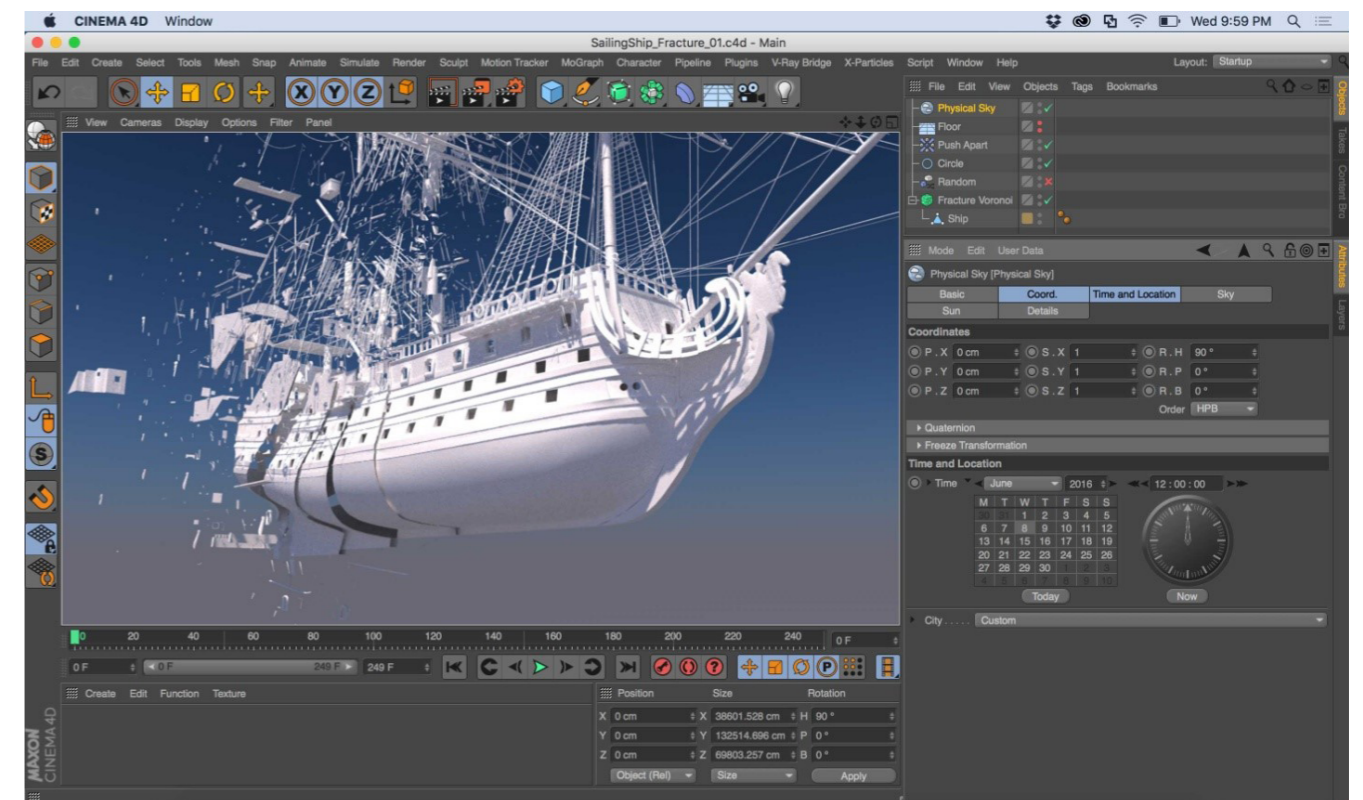
	Autodesk 3ds Max	Blender	Cinema 4D	Autodesk Maya	Компас 3D
Русский язык	+	+	+	-	+
Лицензия	пробная	бесплатно	пробная	пробная	пробная
Поддерживаемые форматы	stl, 3ds, ai, abc, ase, asm, dem, dwg, dxf, dwf, flt, iges, ipt, jt, nx, obj, prj, prt, rvt, sat, skp, stp, vrmf	3ds, dae, fbx, dxf, obj, x, lwo, svg, ply, stl, vrmf	3ds, dae, dem, dxf, dwg, fbx, iges, skp, stl, wrf, obj	ai, aiff, dae, dxf, dwg, eps, fbx, maya, mel, obj, stl	dwg, igs, stp, sat, cdw, frw, kdw, spw, a3d, m3d
Стоимость	1040 \$/год	-	3495 \$/год	4375 \$/3года	20 \$/год
Область использования	моделирование и текстурирование, анимация и эффекты, визуализация, игры и развлечения	3D моделирование, анимация, текстурирование и наборы шейдеров, возможность рисования, визуализация, базовый видеоредактор, игровой движок	создание 3D графики, анимация объектов, рендеринг сцен, визуализация спецэффектов, создание текстур для трехмерных объектов	3D моделирование, текстурирование, визуализация, анимация и эффекты	моделирование деталей с целью расчета их геометрических и массо-центровых характеристик, моделирование деталей для передачи геометрии в расчетные пакеты, моделирование деталей для передачи геометрии в пакеты разработки УП для оборудования с ЧПУ, создание изометрических изображений деталей



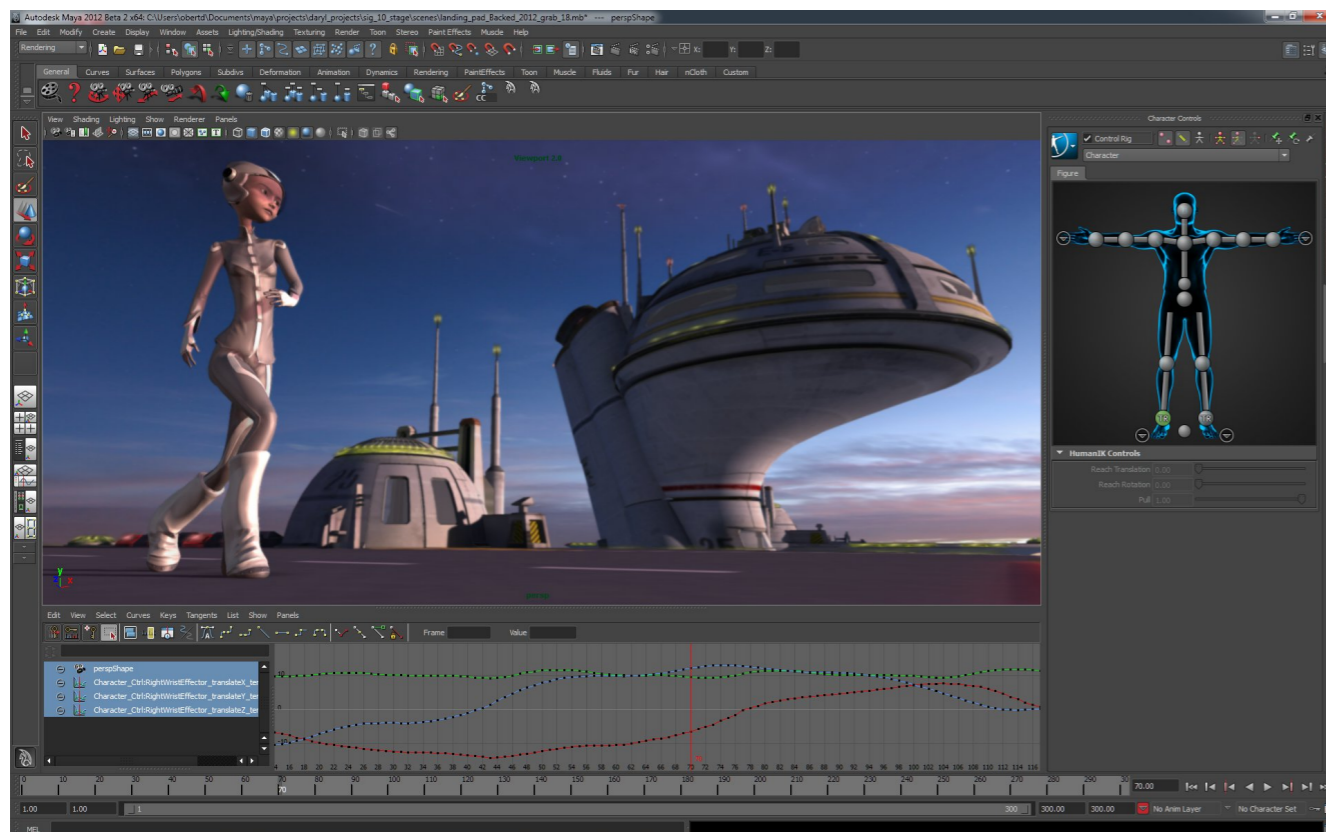
Работа в Blender [89]



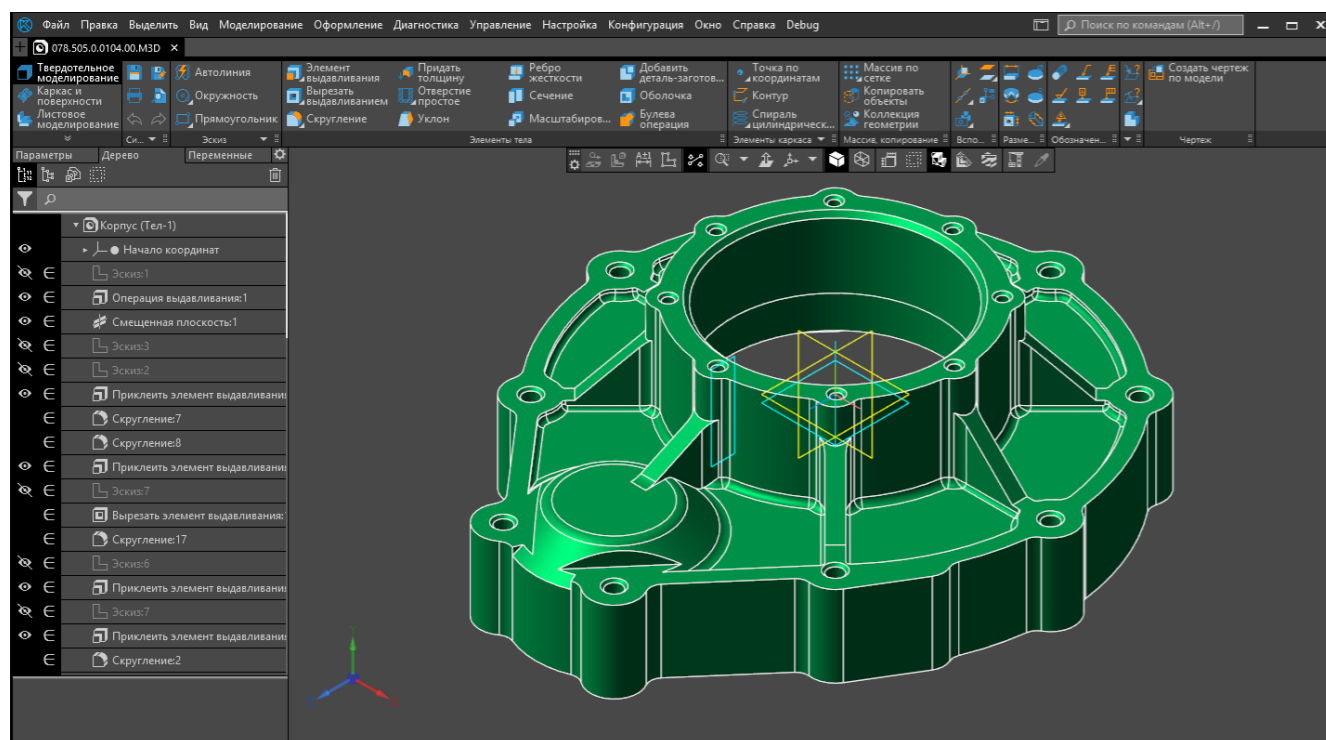
Работа в программе Autodesk 3ds Max [89]



Работа в Cinema 4D [90]



Работа в Autodesk Maya [92]



Работа в Kompas 3D [93]

Основные этапы моделирования

1. Постановка задачи
2. Построение математической модели
3. Уточнение задач с использованием математических понятий
4. Построение информационной модели
5. Подбор готовых программных средств или составление программы для компьютера
6. Исполнение программы
7. Анализ результатов

Этапы моделирования [94]

Существует множество различных видов моделирования, которые применяются как по одиночке, так и совместно, для создания простых и сложных объектов, деталей, зданий и т.д. Различают множество видов 3D-моделирования, основные из них – полигональное и параметрическое.

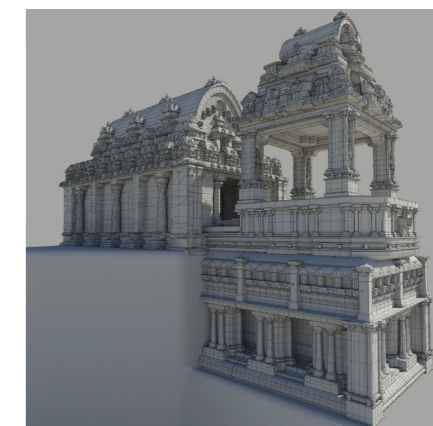
В основе полигонального моделирования лежат полигоны. Принцип работы прост – создается объемная фигура, которая постепенно преобразуется для придания объекту необходимой формы. Сам процесс моделирования аналогичен ребрам многоугольника (чем их больше, тем больше многоугольник похож на круг) – чем больше полигонов, тем более «гладким» и менее «угловатым» становится объект.

За основу параметрического моделирования берется математическая модель здания, с помощью которой составляется эскиз. В самой модели есть различные параметры, изменяя которые можно изменять саму модель [95].

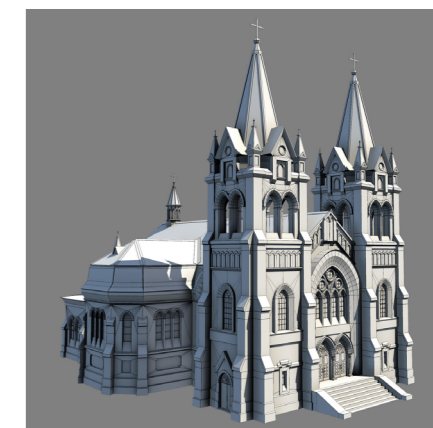
В архитектуре особенно популярно использование 3D-моделирования для создания цифровой модели здания и его архивиза (архитектурная 3D-визуализация здания). Часто для большей реалистичности ведется сотрудничество со строительными компаниями и архитектурными агентствами. Они предоставляют данные о тех или иных материалах и их свойствах, которые могут повлиять на устойчивость и надежность здания. Эти данные вносятся в приложения и сразу учитываются при моделировании.



Архивиз здания, созданного с помощью методов полигонального и сплайнового моделирования [96]



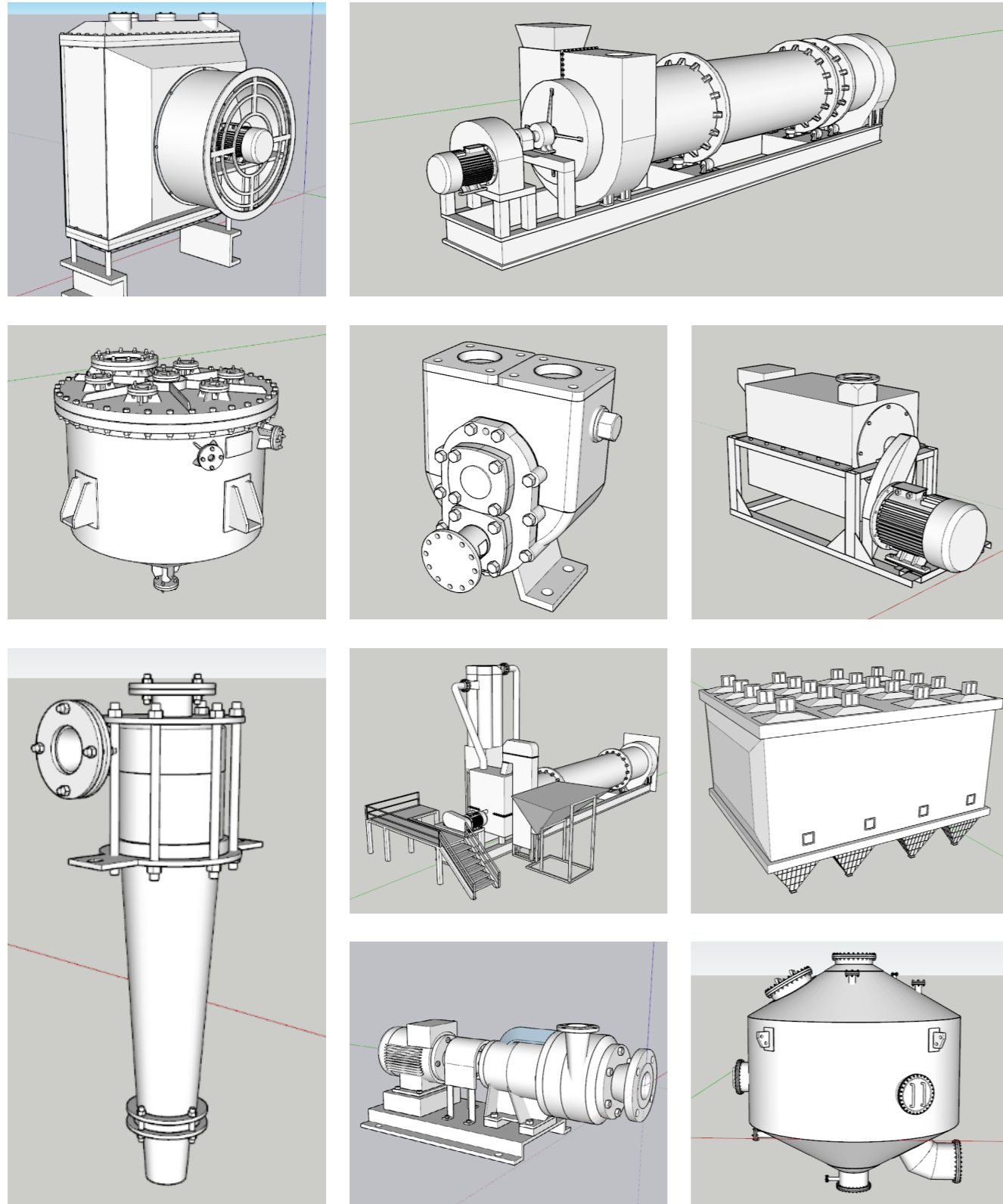
Пример здания, смоделированного в 3D [97]



Пример здания, смоделированного в 3D [98]

Центр виртуальной, дополненной и смешанной реальности «Губкин Цифра» занимается созданием широкоформатных баз 3D-моделей оборудования, которые можно использовать от простых презентаций до отработки навыков по ремонту оборудования.

3D-модели создаются в разных форматах, опираясь на специфику используемого ПО на предприятии, с целью минимизации потерь при переходе из одного формата в другой.



3D-модели, созданные в Центре виртуальной, дополненной и смешанной реальности «Губкин Цифра»

Оформленные статьи и патенты

УДК/UDC: 004.94

Авторы: Ульянова Н.Д., Танасогло Д.В.

Обзор программных продуктов 3D-моделирования

Конференция «Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона»
(Брянск, 25 ноября 2021 года)

Аннотация: В данной статье речь идет о популярности использования 3D-моделирования в современном мире. Собрана информация об одних из самых известных программных обеспечений, позволяющим пользователям создавать модели для видеоигр, анимационных фильмов, модели домов, деталей и т.д.

Ulyanova N.D., Tanasoglo D.V.
Abstract: This article is about the popularity of using 3D modeling in the modern world. Collected information about some of the most famous software that allows users to create models for video games, animated films, models of houses, parts, etc.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47691398>

Overview of 3d modeling software products

Авторы: Новрузова Г.С.

Внедрение 3D моделирования в учебный процесс различные взгляды на определение и объяснение понятий модель и моделирование

Журнал «Архивариус»

Учредители: Serenity-Group, Буткевич Виктор Васильевич

Аннотация: В данной статье анализируются процессы адекватного решения вопросов об организованном и неорганизованном обучении и так называемом наглядном обучении, а также о воспитательном пространстве и о соотношении воспитания и визуализации в образовании, а точнее о процессе представления графической информации визуальным и кинестетическим способом с помощью инновационно-информационных технологий. Проведенный нами анализ показал, что умение моделировать в среде трехмерной компьютерной графики позволяет ученику

рассмотреть все фигуры при обучении пространственным фигурам в школе.

Abstract: This article analyzes the processes of adequate solution of questions about organized and unorganized learning and the so-called visual learning, as well as about the educational space and the relationship of education and visualization in education, or rather about the process of presenting graphic information visually and kinesthetically using innovative information technologies. Our analysis showed that the ability to model in the environment of three-

dimensional computer graphics allows the student to consider all the figures when teaching spatial figures at school.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46574446>

УДК/UDC: 519.876.5

Авторы: Аверин В.Э., Кашина Ж.В.

Применение технологии 3D-моделирования, 3D-симуляции и визуализации в строительстве и архитектуре

Журнал «Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса»
Учредители: Тихоокеанский государственный университет

Аннотация: В статье показаны способы применения 3D-моделирования, 3D-симуляции и визуализации в строительстве и архитектуре.

Averin V.E., Kashina Zh. V.
Abstract: The article provides ways of application of 3D modeling, 3D simulation and visualization technologies in building and architecture.

Application of 3D modeling, 3D simulation and visualization technologies in building and architecture

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47951429>

DOI: 10.23670/IRJ.2022.120.6.133

ISBN/ISSN: 2303-9868

eISSN: 2227-6017

Авторы: Быкова К.И., Кузьмичева Е.А., Попова Д.Е., Шахбазян Я.А.

Формирование аналитического и пространственного мышления посредством 3D моделирования

Журнал «Международный научно-исследовательский журнал»
Учредители: Индивидуальный предприниматель Соколова Марина Владимировна

Аннотация: В данной статье рассматривается компьютерное моделирование как способ формирования аналитического и пространственного мышления учащихся. Определены последовательности и условия для формирования пространственного и аналитического мышления. Определены понятия модель и моделирование, структура создания модели. Приведены некоторые причины использования моделирования на уроках в общеобразовательных учреждениях. Выявлены основные компетенции, развивающиеся при изучении и использовании моделирования. Изучение моделирования имеет

практическую значимость, т.к. большинство сфер деятельности используют трехмерные технологии, знание которых является все более актуальным для развития личности. Ускоренное внедрение новейшего оборудования в школы дает возможность учащимся изучать моделирование на новом уровне.

Development of analytical and spatial thinking through 3D modeling

Bykova K.I., Kuz'micheva E.A., Popova D.E., Shahbazyan Ya.A.
Abstract: This article studies computer modeling as a method of forming analytical and spatial thinking of students.

The sequences and conditions for the spatial and analytical thinking forming were determined. The concepts of model and modeling, structure of its creation were defined. Some justifications for the use of modeling in classes in general education institutions were given. The main competencies developed in the study and use of modeling were established. The study of modeling

has practical significance since three-dimensional technologies are used in most areas of activity, the knowledge of them becomes increasingly relevant for personal development. The expedited implementation of the latest equipment into schools allows the students to study modeling at a new level.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48708153>

УДК/UDC: 004.9

Авторы: Ковалев А.Д., Шестакова В.А.

Моделирование виртуального пространства средствами 3D-графики в программе 3D-моделирования Blender

Научно-практическая конференция студентов Курганского государственного университета (Курган, 22 марта – 02 апреля 2021 года)

Аннотация: В статье рассматриваются преимущества, недостатки и возможности программы Blender для объемного 3D-моделирования. имеющей широкие возможности для примене-

ния в машиностроении и производстве техники различного назначения.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46526167>

DOI: 10.48081/TTBA5794

ISBN/ISSN: 1680-9165

eISSN: 2788-8770

Author(s): Galinovskiy A.L., Kyaw Myo Htet, Kolpakov V.I.

Numerical 3D modeling of the process of high-speed spraying

Journal «Science and technology of Kazakhstan»
Учредители: НАО «Торайгыров Университет»

Abstract: The article is devoted to the formation of a spray cloud after the interaction of an ultrajet with an obstacle. Variants of different mutual arrangement of the ultrajet and the surface on which the impact occurs are considered. Evaluation of the effectiveness of the choice of angle is carried out by analyzing the values of the coverage area of the target with a spray, set at a fixed distance from the impact site. It is accepted that a large contact area of the spray with the target surface is the best possible result. The research

was carried out within the framework of the RFBR grants 18-29- 18081 and 19-38-90228\19, the grant of the President of the Russian Federation for state support of the leading scientific schools of the Russian Federation NSh-3778.2018.8 and grants from the Innovation Promotion Foundation under the UMNIC-18 program in accordance with contract No. 14727GU/2019 and No. 14549GU/2019.

Численное 3D-моделирование процесса высокоскоростного распыления

Галиновский А.Л., Чжо Мью Хтет, Колпаков В.И.
 Аннотация: Статья посвящена образованию облака брызг после взаимодействия ультразвука с препятствием. Рассмотрены варианты различного взаимного расположения ультразвука и поверхности, на которую происходит удар. Оценка эффективности выбора угла осуществляется путем анализа значений зоны охвата цели распылителем, установленной на фиксированном расстоянии от места удара. Принято считать, что большая площадь контакта распылителя

с целевой поверхностью является наилучшим возможным результатом. Исследование выполнено в рамках грантов РФФИ 18-29-18081 и 19-38-90228\19, гранта Президента Российской Федерации на государственную поддержку ведущих научных школ Российской Федерации НШ-3778.2018.8 и грантов Фонда содействия инновациям по программе «УМНИК-18» в соответствии с контрактом № 14727ГУ/2019 и № 14549ГУ/2019.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49278807>

DOI: 10.48081/RLYO5699

ISBN/ISSN: 1680-9165

eISSN: 2788-8770

Author(s): Zinger A.A., Zhakupov A.N., Bogomolov A.V.

Predicting steel mechanical properties using computer modeling in Deform 3D

Journal «Science and technology of Kazakhstan»

Учредители: НАО «Торайгыров Университет»

Abstract: This article presents the results of heat-treated low-alloy steel microstructure research using the Deform 3D program, which allows determining the optimal technological parameters of steel hardening. The object of research is pipe steel grade 12CrMoV. To determine and evaluate the heat treatment parameters affecting the increase in mechanical properties, the results of modeling in the specified program were used. To compare the results, we used the method for determining the mechanical properties during tensile testing (GOST 1497-84). In order to determine the technological parameters of heat treatment for obtaining pipes of a high strength group, the mode of thermal cyclic hardening of steel was simulated, followed by low-temperature tempering, which allows obtaining properties at the level of: tensile strength – not less than 931 MPa, yield strength – in the range 862-1034 MPa, elongation – not less than 9.0%. The values of the mode

parameters were selected according to the recommendations: heating temperature – 860 °C; tempering temperature – 150 °C. The results of modeling the heat treatment process were confirmed by tensile tests, as a result of which mechanical properties were obtained: tensile strength – 1093 MPa, yield point – 937 MPa and relative elongation – 11.4 %, corresponding to the property values of the Q125 strength group.

Прогнозирование механических свойств стали с использованием компьютерного моделирования в Deform 3D

Зингер А.А., Жакупов А.Н., Богомолов А.В.

Аннотация: Представлены результаты исследования микроструктуры термообработанной низколегированной стали с использованием программы Deform 3D, позволяющей определить оптимальные технологические параметры упрочнения стали. Объектом исследования

является трубная сталь марки 12CrMoV. Для определения и оценки параметров термообработки, влияющих на повышение механических свойств, были использованы результаты моделирования в указанной программе. Для сравнения результатов использовали метод определения механических свойств при испытании на растяжение по ГОСТ 1497-84. С целью определения технологических параметров термообработки для получения труб группы высокой прочности был смоделирован режим термоциклического упрочнения стали с последующим низкотемпературным отпуском, который позволяет получить свойства на уровне: предел прочности при растяжении – не менее 931 МПа, предел теку-

чести – в диапазоне 862-1034 МПа, относительное удлинение – не менее 9,0 %. Значения параметров моделирования были выбраны в соответствии с учетом химического состава стали: температура нагрева – 860 °C, температура отпуска – 150 °C. Результаты моделирования процесса термообработки были подтверждены испытаниями на растяжение, в результате которых были получены механические свойства: предел прочности при растяжении – 1093 МПа, предел текучести – 937 МПа и относительное удлинение – 11,4 %, соответствующие значениям свойств группы прочности Q125.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49278812>

DOI: 10.21122/2227-1031-2021-20-1-5-9

УДК/UDC: 624.94.014

ISBN/ISSN: 2227-1031

eISSN: 2414-0392

Author(s): Leonovich S.N., Riachi J.

3D-modeling for life cycle of the structure

Journal «Science and technique»

Учредители: Белорусский национальный технический университет

Abstract: Owners and construction management are in permanent search to increase competitiveness, reduce cost and time and maintain a high quality of products and services. In this objective project management tend to organize work execution by implementing comprehensive, linked and sequential processes, making full use of every work effort and limiting work duplication and rework. Since the '90s, the 3D-modeling is used to coordinate, plan, build and manage future structures. The BIM approach proposes to stakeholders to participate in an intelligent centrally shared 3D-model making use of every contribution to this model, facilitating the coordination, solving the interfaces, reducing duplication efforts and

carrying the developed data information throughout the life cycle of the structure and beyond the construction phase. Completing a complex structure requires an important level of design management and coordination of the interface between architect, designer, mechanic, electrician, and other designers...

3D-моделирование для жизненного цикла сооружения

Леонович С.Н., Риачи Ж.

Аннотация: Собственники и руководители строительства находятся в постоянном процессе повышения конкурентоспособности, сокращения затрат и времени, поддержания высокого качества продукции и услуг. Цель управления проектами – организовать

выполнение работ путем реализации комплексных, связанных и последовательных мероприятий, в полной мере использовать ограничения дублирования переделок. С 1990-х годов 3D-моделирование используется для координации, планирования, создания и эксплуатации будущего сооружения. BIM-подход предлагает заинтересованным сторонам участвовать в общей интеллектуальной 3D-модели, облегчая координацию, решая интерфейсы, уменьшая усилия по дублированию и

сохраняя информацию о разработанных данных на протяжении всего жизненного цикла конструкции и по завершении этапа строительства. Для выполнения сложной структуры взаимодействия необходимы высокий уровень управления проектированием и координация интерфейса между архитектором, конструктором, механиком, электриком и другими проектировщиками...

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46227796>

DOI: 10.32737/0005-2531-2021-2-94-100

УДК/UDC: 544.344.015.3: 546.71'81'86/24

ISBN/ISSN: 0005-2531

eISSN: 2522-1841

Author(s): Orujlu E.N., Mammadov A.N., Babanly M.B.

3D analytical modeling of crystallization surfaces of the MnTe-SnTe-Sb₂Te₃ system

Journal «Azerbaijan chemical journal»

Учредители: Национальная академия наук Азербайджана

Abstract: An analytical method was used for 3D modeling of crystallization surfaces of the MnTe-SnTe-Sb₂Te₃ system based on the existing data of boundary systems and a small number of experimental DTA- measurements. All analytical dependencies temperatures on composition for liquidus of the binary and three-system were obtained using the 2D and 3D options of the OriginLab software. The obtained results allowed us to visualize the crystallization surfaces of the phases based on initial components of the MnTe-SnTe-Sb₂Te₃ system as a separate form and in one graph.

3D аналитическое моделирование кристаллизационных поверхностей системы MnTe-SnTe-Sb₂Te₃

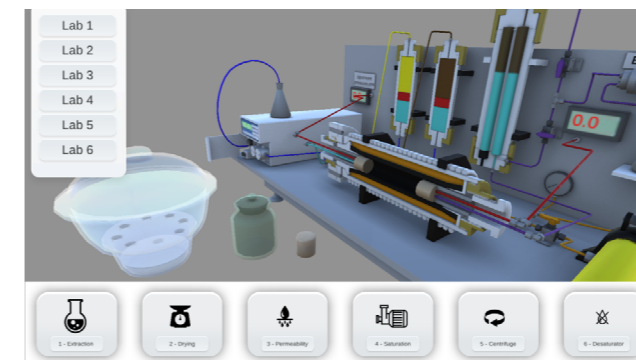
Оруджлу Э.Н., Мамедов А.Н., Бабанлы М.Б.

Аннотация: Для трехмерного моделирования поверхностей кристаллизации системы MnTe-SnTe-Sb₂Te₃ использовался аналитический метод на основе имеющихся данных граничных систем и небольшого количества экспериментальных ДТА-измерений. Аналитические зависимости температур от составов для ликвидусов исследуемой тройной системы и граничных бинарных систем получены с использованием 2D и 3D функции программы OriginLab. Полученные результаты позволили визуализировать поверхности кристаллизации фаз системы MnTe-SnTe-Sb₂Te₃.

Ссылка: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46227796>

Учебные приложения-симуляторы лабораторных приборов для мобильных устройств

Симулятор лабораторных приборов (симулятор ЛП) – это инструментарий, позволяющий расширить возможности образовательного процесса [99]. В современном мире технологий особенно важно использовать подобные инновационные методы обучения в учебных заведениях, так как это повышает интерес обучающихся и увеличивает безопасность проводимых экспериментов. Особенно полезно будет использовать лаборатории в начале процесса обучения, когда у учеников еще нет всех необходимых знаний о предмете. Использование обычных лабораторных работ может привести к нежелательным исходам, а симуляторы полностью защищают от них. Единственную сложность на данный момент представляет процесс внедрения симуляторов ЛП в современные учебные заведения, ведь он требует много вложений. Также теоретико-методологические основы их внедрения еще не до конца изучены.



Пример виртуальной лаборатории [100]

Рассмотрим основные преимущества

симуляторов ЛП:

- необходимость в большом количестве оборудования и реактивов отпадает;
- те эксперименты, которые невозможно провести в лаборатории, можно смоделировать в симуляторах;
- любые эксперименты в симуляторах ЛП абсолютно безопасны для человека, даже в случае ошибки;
- увеличивается общая скорость проведения экспериментов, так как можно легко поменять вводные данные;
- существенно снижается время обработки результатов эксперимента.

Конечно, симуляторы ЛП имеют и свои недостатки:

- отсутствие непосредственного контакта с объектом исследования, приборами и аппаратурой;
- пропадает развитие практических навыков работы с оборудованием;
- не все эксперименты и реакции могут быть правильно смоделированы;
- отсутствие тактильных ощущений;
- зачастую модели в симуляторах имеют упрощенный вид [101].

Симуляторы ЛП делятся на два основных типа, первый – лаборатории-«песочницы». В них пользователи могут использовать любое из предоставленного оборудования и любые реактивы в произвольном порядке.

На самом деле у этого типа лабораторных приложений есть множество недостатков, хоть они и рассчитаны на примитивные эксперименты, например, зачастую программа пишет неправиль-

ное уравнение реакции в химических экспериментах, особенно в нестандартных.

Второй тип лабораторий предполагает наличие инструкций и четкого порядка действий, взаимодействия с реактивами в определенном порядке. Алгоритм решения задачи вложен в программу на уровне кода, поэтому ошибок в этом типе симуляторов ЛП не бывает.



Лаборатория-«песочница» [102]

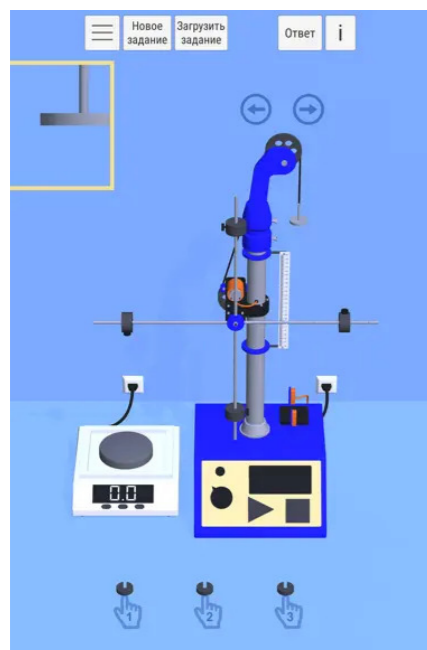


Лаборатория с заданием [103]

Симуляторы ЛП можно использовать для самостоятельной работы студентов. Преподаватель в этом случае выполняет роль куратора, консультанта, контролирует и оценивает результат самостоятельной работы студентов [104].

Проекты

В контексте внедрения симуляторов ЛП в процесс обучения реализованы следующие проекты:



Физика [73]

Сборник виртуальных лабораторных работ по физике. Приложение позволяет студенту провести виртуальный эксперимент, проверить свои действия и расчеты.

Системные требования: Android 6.0 и выше
Авторы: Губкин цифра

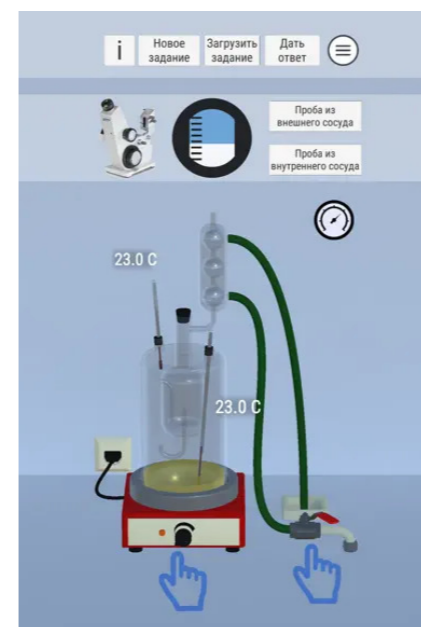


Hydromech [73]

Сборник виртуальных лабораторных работ «Гидромеханические процессы».

Системные требования: iOS 9.0 и выше, Android 6.0 и выше

Авторы: Губкин цифра

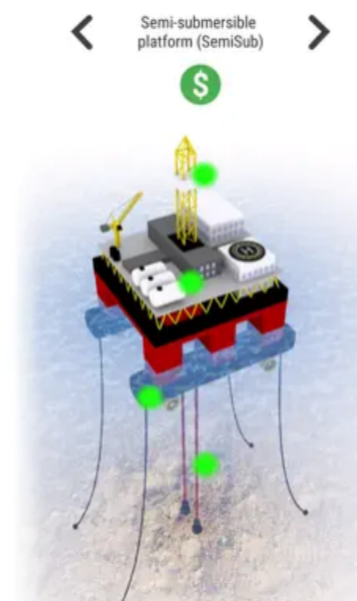


MassTransfer [73]

Массообменные процессы – сборник виртуальных лабораторных работ.

Системные требования: iOS 9.0 и выше, Android 6.0 и выше

Авторы: Губкин цифра



Oil Platform Feasibility [73]

Практическая работа для студентов вузов нефтегазового профиля.

Системные требования: iOS 9.0 и выше, Android 4.1 и выше

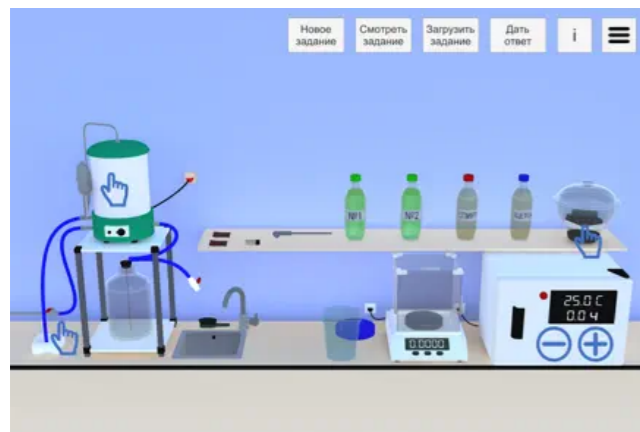
Авторы: Губкин цифра

**EnerTrade** [73]

Energy Trading Simulation – симулятор трейдинга энергетических продуктов.

Системные требования: iOS 9.0 и выше, Android 4.1 и выше

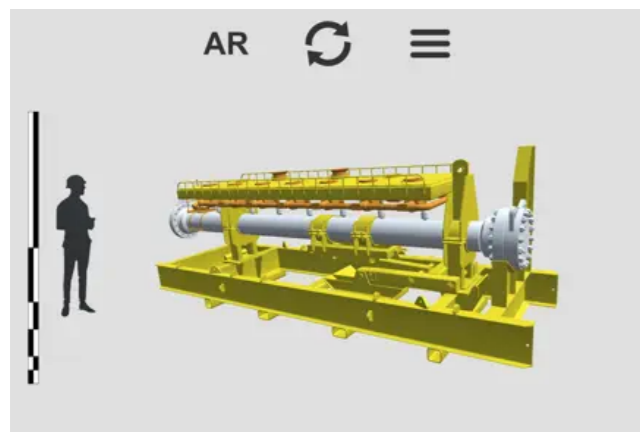
Авторы: Губкин цифра

**Нефтепромысловая химия** [73]

Данное учебное приложение – сборник виртуальных лабораторных работ по нефтепромысловой химии.

Системные требования: iOS 10.0 и выше, Android 5.1 и выше

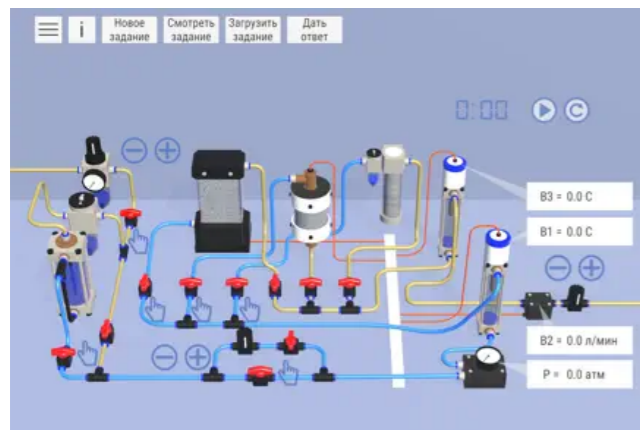
Авторы: Губкин цифра

**SubseaEquip** [73]

Данное приложение является дополнением к книге «Оборудование для подводной добычи».

Системные требования: iOS 11.0 и выше, Android 5.1 и выше

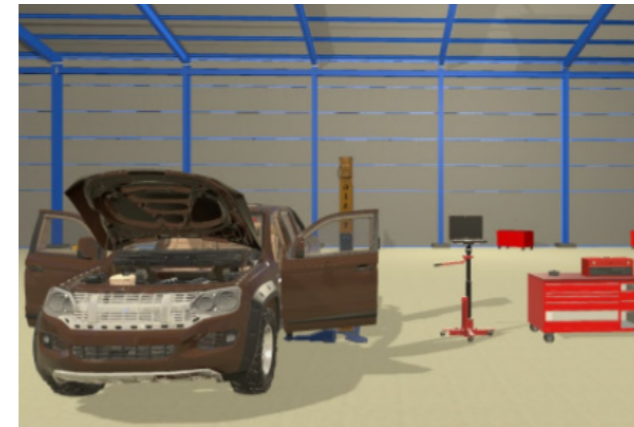
Авторы: Губкин цифра

**Газохимия** [73]

Виртуальные лабораторные работы по газохимии.

Системные требования: Android 5.1 и выше

Авторы: Губкин цифра

**Виртуальная лаборатория для изучения характеристик двигателя внутреннего сгорания** [105]

Программа является виртуальной лабораторией двигателей внутреннего сгорания, позволяющая проводить эксперименты по расчету параметров двигателей, приближенным к реальным условиям, для приобретения студентами знаний и опыта.

Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК.

ОС: Windows 10.

Авторы: Британ А.А., Сидоров А.Ю., Макуха Л.В., Писарев И.С., Непомнящий О.В.

**Лаборатория универсальной токарной и фрезерной обработки в среде виртуальной реальности (VR)** [106]

Программа разработана для симуляции работы на универсальном металлообрабатывающем оборудовании в среде VR, а также для обучения и подготовки трудового состава.

Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК.

ОС: Windows 7 и выше.

Авторы: Асланов Р.Э., Артемьев И.А., Фролов А.А., Хаббатуллин Р.Р., Шишкин И.Н.

Программа для сборки лабораторных работ в химической лаборатории в виртуальной реальности [107]

Программа включает алгоритмы взаимодействия с реактивами и оборудованием в химической лаборатории для проведения лабораторных работ по химии в очках виртуальной реальности.

Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК.

ОС: Linux, MacOS, Windows 95/98/2000/XP/7/8/10.

Авторы: Катунин В.В., Извеков Д.В., Собко М.А., Катунин Г.В., Собко А.А.

Виртуальная лаборатория [108]

Виртуальная лаборатория представляет собой комплект уроков по информатике, в которых проходит симуляция в виртуальной среде.

Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК.

ОС: Linux.

Авторы: Алисултанова Э.Д., Моисеенко Н.А., Тасуева М.Р.

Физическая лаборатория в виртуальной реальности [109]

Программа предназначена для создания комплекса для проведения лабораторных работ по физике: чтение методических материалов, проведение работы, тестирование на знание материала, генерация отчета.

Авторы: Егоров Д.А.

Виртуальная лаборатория «Техническое обслуживание и ремонт узлов и агрегатов БМП-2» [110]

Программа предназначена для использования в образовательном процессе с целью приобретения знаний об устройстве, конструкции и правилах технического обслуживания и ремонта узлов и агрегатов БМП-2 с функциями как обучения, так и тестирования.

Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК.

ОС: Windows.

Авторы: Григорьев Р.Р., Соловьев М.А., Батраков Д.С., Лизандер Н.А.

Виртуальная лаборатория [111]

Программа представляет собой онлайн-платформу, предназначенную для размещения потребностей ПАО «Газпром нефть», нуждающегося в услугах по проведению исследований пластовых систем, флюидов и лабораторий. Программа используется для заключения договоров с потенциальными исполнителями.

Тип ЭВМ: ПК на базе процессора Intel или AMD.

ОС: Linux.

Авторы: Карпов И.А., Чиркунов К.С., Медведев Д.Н., Бабаков А.В., Полякова Е.Е., Глушкова А.Ф.

Программа вращения объектов для виртуальной лаборатории Газпром [112]

Программа позволяет вращать объекты в 3D пространстве по выбранным осям (x, y, z). Скорость, с которой объект будет вращаться, задается числом от 0 до 100.

Тип ЭВМ: IBM PC на базе процессора x86.

ОС: Windows 10.

Авторы: Казаков Д.В., Лихолетов М.Д., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа подсказок для виртуальной лаборатории Газпром [113]

Программа отвечает за различные виды подсказок на сценах, которые помогают пользователю.

Тип ЭВМ: x86, 64 разряда.

ОС: Windows 10.

Авторы: Казаков Д.В., Болсуновская М.В., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа сценариев для виртуальной лаборатории Газпром [114]

Программа отвечает за контроль выполнения сценария лабораторных работ.

Тип ЭВМ: x86, 64 разряда.

ОС: Windows 10.

Авторы: Купцов А.О., Тихонов Д.В., Разинкина Е.М., Петреня Ю.К., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа интерактивных объектов для виртуальной лаборатории Газпром [115]

Программа предназначена для взаимодействия с интерактивными объектами.

Тип ЭВМ: x86, 64 разряда.

ОС: Windows 10.

Авторы: Казаков Д.В., Тихонов Д.В., Разинкина Е.М., Петреня Ю.К., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

В рамках проекта по созданию Центра коллективного пользования «Технологии и транспорт газа» ПАО «Газпром» в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ) открыло виртуальную лабораторию с возможностью интерактивного взаимодействия.



Виртуальная лаборатория ПАО «Газпром» [116]

Учебный программно-аппаратный комплекс выполнен на базе реально применяющегося на объектах ПАО «Газпром» программного комплекса «АРГУС» производства компании «Система-сервис» (один из основных поставщиков систем управления ПАО «Газпром»).

Оформленные статьи и патенты

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022618753

Авторы: Григорьев Р.Р., Соловьев М.А., Батраков Д.С., Лизандер Н.А.

Виртуальная лаборатория «Техническое обслуживание и ремонт узлов и агрегатов БМП-2»

Аннотация: Программа предназначена для использования в образовательном процессе с целью приобретения знаний об устройстве, конструкции и правилах технического обслуживания и ремонта узлов и агрегатов БМП-2 с функциями как обучения, так и тестирования. В виртуальной лаборатории используется два режима работы: 1. Режим «Обучение» – предоставляет обучающемуся свободное взаимодействие между БМП-2 и его узлами и агрегатами. Сопровождается теоретической информацией об объекте изучения: описание конструкции, назначение, технологическим процессом сборки/разборки с мультимедийной

поддержкой анимированного помощника. В данном случае производится обучение разборки центробежного маслоочистителя МЦ-1. 2. Режим «Выполнение норматива» – предоставляет возможность обучающемуся отработать нормативы по технической подготовке с учетом реального времени и выставлением оценки за выполнение норматива в соответствии со Сборником нормативов с визуализацией рекомендаций по выявленным ошибкам. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48493653>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021665186

Авторы: Карпов И.А., Чиркунов К.С., Медведев Д.Н., Бабаков А.В., Полякова Е.Е., Глушкова А.Ф.

Виртуальная лаборатория

Аннотация: Программа представляет собой онлайн-платформу, предназначенную для размещения потребностей ПАО «Газпром нефть», нуждающегося в услугах по проведению исследований пластовых систем, флюидов и лабораторий. Программа используется для заключения договоров с потенциальными исполнителями. Функциональные возможности: создание запросов с описанием потребности на исследование со стороны заказчика ПАО «Газпром нефть»; размещение данных о приборах, исследованиях и программах

исследований, которые внешняя лаборатория по отношению может выполнить для ПАО «Газпром нефть»; отклик лаборатории на запрос; поиск и бронирование приборов и исследований в лаборатории со стороны ПАО «Газпром нефть»; создание шаблона заказа при достижении договоренностей на проведение исследований; присвоение рейтинга лабораториям по результатам сотрудничества. Тип ЭВМ: ПК на базе процессора Intel или AMD. ОС: Linux.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47117145>

eISSN: 2311-6099

Авторы: Асанова Ж.К., Яровая Е.Ю.

Создание методологии для высокоэффективного использования виртуальных лабораторий по неорганической химии

Журнал «Universum: психология и образование»

Учредители: Общество с ограниченной ответственностью «Международный центр науки и образования»

Аннотация: На сегодняшний день многие преподаватели химии и в том числе преподаватели неорганической химии, использующие виртуальные лабораторные, в основном используют их только для внеаудиторной работы студентов или организации проектной формы работы. Для определения факторов, ограничивающих применение виртуальных лабораторий на практических занятиях по неорганической химии, было произведено исследование. А также для того, чтобы создать методологию высокоэффективного использования лабораторий на практических занятиях по неорганической химии.

Methodology creation for the highly

efficient use of virtual laboratories on inorganic chemistry

Asanova J., Yarovaya E.

Abstract: At present, teachers of Chemistry, including teachers of Inorganic Chemistry, who use virtual laboratories, mainly use them only for extracurricular work of students or the organization of a project form of work. Research has been conducted in order to determine the factors limiting the use of virtual laboratories in practical classes in Inorganic Chemistry, and also to create a methodology for the highly efficient use of laboratories in practical classes in Inorganic Chemistry.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48156502>

Номер патента: RU 129918

Авторы: Осадчий В.П., Финошин О.А.

Графический интерфейс виртуальной лаборатории по механике

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48369577>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022661124

Авторы: Алисултанова Э.Д., Моисеенко Н.А., Тасуева М.Р.

Виртуальные лаборатории для электронных информационно-образовательных систем на примере кафедры «Информатика и вычислительная техника»

Аннотация: Виртуальная лаборатория представляет собой комплект уроков по информатике, в которых проходит симуляция в виртуальной среде. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: обработка таблиц и занесение данных в БД; хранение

и обработка данных о блюдах; хранение и обработка дынных о заказах; отображение занесенных данных; разделение доступа пользователей. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Linux.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49196491>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021660861

Авторы: Асланов Р.Э., Артемьев И.А., Фролов А.А., Хаббатуллин Р.Р., Шишкин И.Н.

Лаборатория универсальной токарной и фрезерной обработки в среде виртуальной реальности (VR)

Аннотация: Программа разработана для симуляции работы на универсальном металлообрабатывающем оборудовании в среде VR, а также для обучения и подготовки трудового состава. Программа представляет собой полную имитацию работы универсального токарного и фрезерного универсального станка, обладает пакетом возможностей, которые идентичны оригинальному оборудованию. В симуляции представлен универсальный токарный станок

с устройством цифровой индикации и набором инструментов – резцы и сверла. Также в симуляции представлен универсальный фрезерный станок с позиционной системой управления и устройством цифровой индикации с набором режущего инструмента. Основное меню содержит два режима: обучение либо симуляция. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК. ОС: Windows 7 и выше.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46481907>

DOI: 10.12737/1998-1740-2021-9-4-37-42

УДК/UDC: 37

ISBN/ISSN: 1998-1740

Авторы: Бочаров М.И., Вознесенская Н.В.

Концептуальная модель виртуальной лаборатории анализа данных и методов искусственного интеллекта

Журнал «Стандарты и мониторинг в образовании»

Учредители: Национальный центр стандартов и мониторинга образования

Аннотация: Технологии искусственного интеллекта все больше проникают в процессы социально-экономической сферы, оказывая значительное влияние на организацию информационных, социальных, технологических процессов на основе анализ имеющейся информации. В данной статье выполнен обзор наличия подготовки на различных уровнях обучения, содержания и методик преподавания в области искусственного интеллекта. Определены подходы к организации практической деятельности в процессе освоения технологий искусственного интеллекта на базе модели виртуальной лаборатории анализа данных и методов искусственного интеллекта. Разработанная модель виртуальной лаборатории предусматривает возможность отслеживания

современного состояния уровня подготовки в области анализа данных и применения методов искусственного интеллекта в практической деятельности.

Conceptual model of a virtual laboratory for data analysis and artificial intelligence methods

Bocharov M., Voznesenskaya N.

Abstract: Artificial intelligence technologies are increasingly penetrating the processes of the socio-economic sphere, having a significant impact on the organization of information, social, technological processes based on the analysis of available information. This article reviews the availability of training at various levels of education, content and teaching methods in the field of artificial intelligence. The approaches

to organizing practical activities in the process of mastering artificial intelligence technologies based on the model of a virtual laboratory for data analysis and artificial intelligence methods have been determined. The developed model of the virtual laboratory provides for

the ability to track the current state of the level of training in the field of data analysis and the use of artificial intelligence methods in practice.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46423533>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021681621

Авторы: Казаков Д.В., Тихонов Д.В., Разинкина Е.М., Петреня Ю.К., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа интерактивных объектов для виртуальной лаборатории Газпром

Аннотация: Программа предназначена для взаимодействия с интерактивными объектами. Программа позволяет настроить способ взаимодействия с объектом – мгновенно по нажатию или при удержании на заданную длительность. Программа использует четыре события взаимодействия – фокусировка на объект, потеря фокуса, взаимодействие и завершение взаимодействия. Программа написана в компонентно-ориентированном стиле, поэтому к основному компоненту по мере необходимости можно подключать следующие: компонент

анимации, компонент подсветки, компонент звука и компонент всплывающих подсказок. Каждый из этих компонентов описывает и привязывает свою логику к четырем событиям взаимодействия из основного компонента. Для удобства использования в программу были добавлены ивенты на все четыре события взаимодействия. На данные ивенты можно подписаться и выполнить какой-либо код, как-только они произойдут. Тип ЭВМ: x86, 64 разряда. ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47783211>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022663424

Авторы: Катунин В.В., Извеков Д.В., Собко М.А., Катунин Г.В., Собко А.А.

Программа для сборки лабораторных работ в химической лаборатории в виртуальной реальности

Аннотация: Программа включает алгоритмы взаимодействия с реактивами и оборудованием в химической лаборатории для проведения лабораторных работ по химии в очках виртуальной реальности. Программа включает скрипты для следующих объектов: изменение цвета объектов, поведение жидкости в различных сосудах, составление лабораторной работы, проведение химических реакций, взаимодействие с реактивами и оборудованием, захват объектов, вза-

имодействие объектов друг с другом с визуализацией близкой к реальности. Программа подходит для использования при очном обучении в школах и на курсах дополнительного образования на уроках по предмету химия, неорганическая химия, работа в лаборатории. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Linux, MacOS, Windows 95/98/2000/XP/7/8/10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49198932>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021616578

Авторы: Британ А.А., Сидоров А.Ю., Макуха Л.В., Писарев И.С., Непомнящий О.В.

Виртуальная лаборатория для изучения характеристик двигателя внутреннего сгорания

Аннотация: Программа является виртуальной лабораторией двигателей внутреннего сгорания, позволяющая проводить эксперименты по расчету параметров двигателей, приближенным к реальным условиям, для приобретения студентами знаний и опыта. Преподаватель может с помощью разработанных инструментов внести параметры двигателя внутреннего сгорания, время нагрева двигателя до рабочей

температуры, обороты двигателя, крутящий момент и расход топлива при определенных условиях, параметры нагрузки на двигатель (тормозящее устройство), а также объем заправляемого топлива. Обучающийся выбирает двигатель, снимает показания и производит требуемый расчет. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45822750>

DOI: 10.35211/2500-2635-2022-2-50-55-60

УДК/UDC: 37.016:53

ISBN/ISSN: 2500-2635

Авторы: Гулин В.М., Огнева О.Ф.

Виртуальные физические лаборатории – актуальный инструмент обучения в современных условиях

Журнал «Primo aspectu»

Учредители: Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена анализу ряда виртуальных лабораторий по физике с целью формирования студентами общих компетенций и практических знаний. Задача сравнительного анализа заключается в определении одного или нескольких наиболее оптимальных Интернет-источников (виртуальных физических лабораторий) по таким критериям, как доступ к ресурсу, многообразие разделов физики, наличие теоретической части и возможность провести эксперимент. Далее выбранные виртуальные физические лаборатории (с платным и бесплатным доступом) сопоставляются с образовательной программой по дисциплине «Физика», утвержденной Ярославским государственным техническим университетом

для направлений подготовки 27.03.02 «Управление качеством» и 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Делается вывод о возможности использования виртуальных лабораторий в качестве полной или частичной альтернативы физического практикума в условиях очного или дистанционного форматов.

Virtual physical labs – an up-to-date learning tool

Gulin V.M., Ogneva O.F.

Abstract: The article is devoted to the analysis of a number of virtual laboratories in physics, with the aim of forming students general competencies and practical knowledge. The task of comparative analysis is to determine one or more of the most optimal Internet

sources (virtual physical laboratories) according to such criteria as access to a resource, a variety of physics sections, the presence of a theoretical part and the ability to conduct an experiment. Further, the selected virtual physical laboratories (with paid and free access) are compared with the educational program in the discipline «Physics,» approved by the Yaroslavl State Technical

University for the training areas 27.03.02 «Quality Management» and 27.03.01 «Standardization and Metrology.» The conclusion is made about the possibility of using virtual laboratories as a full or partial alternative to a physical workshop in laboratories under normal conditions or when switching to a remote format.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48613715>

УДК/UDC: 372.8

ISBN/ISSN: 2226-3802

eISSN: 2226-3802

Авторы: Зорина А.Н., Гордина С.И.

Использование элементов виртуальной лаборатории «Хлебопекарня» в условиях дистанционного обучения

Журнал «Вестник ТОГИРРО»

Учредители: Тюменский областной государственный институт развития регионального образования

Аннотация: Приводится опыт по подготовке студентов по профессиональному модулю с применением современных информационно-коммуникативных технологий в ОГБПОУ «Рязановский сельскохозяйственный техникум», который обеспечивает условия для развития интеллектуальной активности, творческого мышления, профессионального саморазвития и самореализации студента.

Zorina A.N., Gordina S.I.
Abstract: The experience of preparing students for a professional module with the use of modern information and communication technologies in the Ryazan Agricultural Technical School is given, which provides conditions for the development of intellectual activity, creative thinking, professional self-development and selfrealization of the student.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48038720>

The use of elements of the virtual laboratory «Bakery» in the conditions of distance learning

Авторы: Панова Ю.И.

Применение виртуальных лабораторий в обучении химии

Журнал «Инновации. Наука. Образование»

Учредители: Индивидуальный предприниматель Зоркин Владимир Анатольевич

Аннотация: В статье представлены положительные и отрицательные стороны виртуальных лабораторий в обучении химии в рамках школьного образова-

ния, а также проведен краткий анализ виртуальной лаборатории VirtuLab.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45842466>

Авторы: Сагитова И.А.

Виртуальные лаборатории

Научно-практическая конференция «Интеграция новых знаний» (Екатеринбург, 14 декабря 2021 года)
Учредители: Национальный центр стандартов и мониторинга образования

Аннотация: В статье рассматриваются виртуальные лаборатории, их преимущества. А также возможность их при-

менения в образовательное среде.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48021757>

УДК/UDC: 372.8

ISBN/ISSN: 2226-3802

eISSN: 2226-3802

Авторы: Зорина А.Н., Гордина С.И.

Использование элементов виртуальной лаборатории «Хлебопекарня» в условиях дистанционного обучения

Журнал «Вестник ТОГИРРО»

Учредители: Тюменский областной государственный институт развития регионального образования

Аннотация: Приводится опыт по подготовке студентов по профессиональному модулю с применением современных информационно-коммуникативных технологий в ОГБПОУ «Рязановский сельскохозяйственный техникум», который обеспечивает условия для развития интеллектуальной активности, творческого мышления, профессионального саморазвития и самореализации студента.

Zorina A.N., Gordina S.I.

Abstract: The experience of preparing students for a professional module with the use of modern information and communication technologies in the Ryazan Agricultural Technical School is given, which provides conditions for the development of intellectual activity, creative thinking, professional self-development and selfrealization of the student.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48038720>

The use of elements of the virtual laboratory «Bakery» in the conditions of distance learning

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022610250

Авторы: Казаков Д.В., Лихолетов М.Д., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа вращения объектов для виртуальной лаборатории Газпром

Аннотация: Программа позволяет вращать объекты в 3D пространстве по выбранным осям (x, y, z). Скорость, с которой объект будет вращаться задается числом от 0 до 100. Программа позволяет задавать минимальные и максимальные углы, до которых объект может вра-

щаться, однако по достижении данных значений модуль невозможно будет вращать в выбранную сторону. В программе присутствует функция разбиения диапазона от минимального до максимального углов вращения на заданные дискретные значения. Для удобства

использования скрипта в программу были добавлены ивенты на такие действия как: вращение, достижение максимального угла вращения, достижение минимального угла вращения, смена значения угла (для дискретного случая).

На данные ивенты можно подписаться и выполнить какой-либо код, как только они произойдут. Тип ЭВМ: IBM PC на базе процессора x86, ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47784346>

eISSN: 2658-3429

Авторы: Новичихина А.А.

Виртуальные образовательные лаборатории: возможности и ограничения

Журнал «Научное образование»

Учредители: Алексеев Александр Борисович

Аннотация: В статье рассмотрены актуальные вопросы разработки виртуальных образовательных лабораторий. Выделены преимущества виртуального эксперимента по сравнению с экспериментом в реальных условиях. Проанализированы возможности и ограничения применения виртуальных образовательных лабораторий в современных условиях.

opportunities and limits

Novichikhina A.A.

Abstract: The article deals with topical issues of the development of virtual educational laboratories. The advantages of a virtual experiment in comparison with an experiment in real conditions are highlighted. The possibilities and limits of the use of virtual educational laboratories in modern conditions are analyzed.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47917681>

Virtual educational laboratories:

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021681565

Авторы: Купцов А.О., Тихонов Д.В., Разинкина Е.М., Петреня Ю.К., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа сценариев для виртуальной лаборатории Газпром

Аннотация: Программа отвечает за контроль выполнения сценария лабораторных работ. Программа состоит из: действий сценария, триггеров действий, самого сценария, контроллера сценариев, а также загрузчиков сценариев. Сценарий – это набор действий. Действие сценария содержит текстовое название и значение. Триггеры создают соответствующие действия сценариев, заносят в них значения и могут быть привязаны к любым событиям в про-

грамме. Контроллер сценариев содержит два сценария: образцовый, который выставляется загрузчиком сценария соответствующего компрессора при начале выполнения лабораторной работы, и текущий, в который заносятся действия пользователя. Также в функционале поддерживается возможность добавлять уникальные действия. Тип ЭВМ: x86, 64 разряда. ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47783066>

ISBN/ISSN: 2619-1245

Авторы: Варданян А.М., Меликян А.В.

Роль виртуальных лабораторий на уроках физики

Журнал «Научные вести»

Учредители: Всяких Максим Владимирович

Аннотация: В статье обсуждается роль виртуальных лабораторий на уроках физики. В нем обсуждается, как ученики могут развить демократические навыки в школе на уроках физики с помощью виртуальной лаборатории.

Vardanyan A.M., Meliqyan H.V.

Abstract: The article discusses the role of virtual laboratories in physics lessons. It discusses how students can develop democratic skills in school, in physics lessons using a virtual lab.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47380995>

Role of virtual laboratories in physics lessons

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2021681856

Авторы: Казаков Д.В., Болсуновская М.В., Дроздов А.А., Семеновский В.Б.

Программа подсказок для виртуальной лаборатории Газпром

Аннотация: Программа отвечает за различные виды подсказок на сценах, которые помогают пользователю. Из них существуют подсказки, которые могут просто появляться и закрываться в нужный, а также подсказки, которые закрываются через заданное количество времени после открытия. В качестве подсказки могут выступать любые объекты (текст, 3D-объекты и так далее), которые будут появляться и исчезать

в различных случаях, или подсвечивание объекта. Триггерами для активации подсказок могут служить такие действия, как взаимодействие с интерактивным объектом, наведение курсора на определенный объект или достижение игроком специальной зоны. Тип ЭВМ: x86, 64 разряда; ОС: Windows 10.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47783587>

Номер свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ: RU 2022661258

Авторы: Егоров Д.А.

Физическая лаборатория в виртуальной реальности

Аннотация: Программа предназначена для создания комплекса для проведения лабораторных работ по физике: чтение методических материалов,

проведение работы, тестирование на знание материала, генерация отчета.

Ссылка: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49196625>



**РОССИЙСКИЕ
КОМПАНИИ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИЕСЯ
НА ТЕХНОЛОГИЯХ VR/AR**



О компании:

VIVE, иногда называемый HTC Vive, является брендом виртуальной реальности корпорации HTC. Она состоит из аппаратного обеспечения, такого как гарнитуры и аксессуары виртуальной реальности, программного обеспечения и услуг виртуальной реальности, а также инициатив, способствующих применению виртуальной реальности в таких секторах, как бизнес и искусство. Компания занимается созданием очков и шлемом для погружения в виртуальную реальность, создает оборудование, тренажеры, виртуальные пространства, аппаратное обеспечение, ПО.

Проект «VIVE Mars CamTrack»

VIVE Mars CamTrack – это готовый продукт для виртуального производства, объединяющий весь рабочий процесс отслеживания с несколькими камерами в компактный модуль plug-and-play с функциями профессионального уровня. Недавно VIVE Mars CamTrack добавил прямую поддержку протокола FreeD в дополнение к прямой ссылке Unreal Engine.

Ссылка: <https://blog.vive.com/us/vive-mars-camtrack-integrates-aximmetry-software-seamless-virtual-production/>

Проект «VIVE Focus 3»

Гарнитура VIVE Focus 3 является одной из самых популярных гарнитур для площадок LBE, благодаря богатой аппаратной и программной экосистеме, что делает ее гибкой и простой в работе в масштабе. VIVE Focus 3 имеет 5K изображения, частоту обновления 90 Гц, Wi-Fi 6 и 6E, хорошо сбалансированную эргономику со съемной батареей и простую в очистке лицевую прокладку с магнитным креплением.

Ссылка: <https://blog.vive.com/us/vive-introduces-new-location-based-software-suite/>

Проект «VIVE Flow»

В ноябре 2021 года мы представили нашего новейшего члена семейства VIVE – VIVE Flow. Его лаконичный форм-фактор и совместимость со смартфоном делают его идеальным компаньоном для использования виртуальной реальности практически в любом месте.

Ссылка: <https://blog.vive.com/us/vive-flow-share-your-vr-experience/>



О компании:

Компания DPVR является одним из крупнейших производителей и разработчиков гарнитур виртуальной реальности, которые используются во всем мире для личных или коммерческих

целей, с возможностями полной кастомизации продукта на программном и аппаратном уровнях.

Проект «E3 – VR шлем с подключением к ПК»

DPVR E3 – это мощная гарнитура виртуальной реальности, которую можно подключить к ПК для игр и развлечений или адаптировать под использование в бизнесе. Возможно использование группами людей. Доступен просмотр контента в 3 или 6 DoF в сопряжении с аксессуарами NOLO.

Ссылка: <https://dpvr.vizzion.ru/e3-virtual-reality-headset/>

Проект «P1 – автономная гарнитура виртуальной реальности»

DPVR P1 – это беспроводной автономный 3-DoF шлем виртуальной реальности, который можно использовать практически в любом месте. Он идеально подойдет для просмотра контента 360, также шлем адаптируется для использования в образовательных или корпоративных приложениях для работы с группами людей.

Ссылка: <https://dpvr.vizzion.ru/p1-virtual-reality-headset/>

Проект «P1 – автономная гарнитура виртуальной реальности»

DPVR P1 – это беспроводной автономный 3-DoF шлем виртуальной реальности, который можно использовать практически в любом месте. Он идеально подойдет для просмотра контента 360, также шлем адаптируется для использования в образовательных или корпоративных приложениях для работы с группами людей.

Ссылка: <https://dpvr.vizzion.ru/p1-virtual-reality-headset/>

Статья «Симуляторы для одного или для группы игроков в формате VR»

Одной из новых областей, для которых используются гарнитуры виртуальной реальности, являются решения для симуляторов. Тренажеры создаются для использования одним человеком или группой людей, например, чтобы продемонстрировать иммерсивные фильмы до 4D или использовать как захватывающие необычные аттракционы. Гарнитуры DPVR используются в подобных форматах по всему миру в торговых центрах, тематических парках и других местах.

Ссылка: <https://dpvr.vizzion.ru/vr-headsets-for-simulators/>

Статья «Обучение студентов с помощью гарнитуры виртуальной реальности»

Школы или университеты могут использовать гарнитуры виртуальной реальности в образовательных целях, которые могут предоставить учащимся новейшие учебные материалы, включающие звуковой, видео и другой новейший контент со всего мира. Использование виртуальной реальности в образовательных целях – одно из крупнейших изменений, происходящее в школах, которые стремятся предоставить преимущества своим ученикам. Этот передовой подход к обучению студентов может

обеспечить полное погружение в процесс обучения, которое невозможно получить с помощью книг. Виртуальная реальность может поддерживать активное участие любого студента в течение длительного периода времени благодаря улучшенному качеству потребляемого контента.

Ссылка: <https://dpvr.vizzion.ru/vr-headsets-for-education/>

modum lab **Modum Lab**

О компании:

Мы объединяем цифровые форматы обучения и тренировки специалистов. Выстраиваем комплексные траектории, позволяющие компаниям оптимизировать процессы подготовки компетентных кадров и добиваться прозрачных результатов.

Проект «modum CMS»

Система управления электронными тренажерами. Modum CMS позволяет объединить весь парк тренажеров компании в единую систему, обеспечив централизованное управление и обновление тренажеров. Реализация полного цикла обучения и тренировки:

- позволяет интегрировать в текущие процессы обучения электронные тренажеры, связав их с СДО;
- modum CMS подготовлена для интеграций: есть готовое API, документация и готовые архитектурные решения. Тренажеры загружаются в Modum CMS и устанавливаются через единый цифровой магазин без дополнительных действий пользователя. Не нужно обладать знаниями по установке или настройке тренажера для начала эксплуатации.

Ссылка: <https://modumlab.com/cms>

Проект «Публичные выступления в приватном пространстве»

Помогает справиться со страхом и повысить ораторское мастерство. Имитирует обстановку выступления и позволяет тренироваться регулярно. Сотрудник погружается в ситуацию, эмоционально приближенную к реальному выступлению. Тренажер дает возможность тренироваться многократно. При этом тренажер легко масштабировать на все подразделения и филиалы.

Ссылка: <https://modumlab.com/public-speaking>

Проект «modum verba»

Система диалоговых симуляций, которая превращает знания в навыки. Диалоговые симуляции – это тренажеры для выработки и поддержки коммуникативных навыков персонала. Они позволяют массово и в короткие сроки натренировать персонал и получить выгоды для бизнеса.

Ссылка: <https://modumlab.com/verba>

Portal VR



О компании:

Компания занимается разработкой игр и VR-оборудования, также аксессуаров для этого оборудования. Компания представляет собой клуб виртуальной реальности, в который входят различные площадки для игр, виртуальные комнаты.

Проект «Разработка»

Разработка игр и приложений для виртуальной и дополненной реальности. Проектирование интерьеров в виртуальной реальности. Мы разработаем героев и сценарий игры для вашего AR опыта. Мы создаем практико-ориентированные проекты для обучения с использованием технологии виртуальной реальности (Virtual reality).

Ссылка: <https://portal-vr.ru/tech/>

District Zero



О компании:

Подготовка VR сценариев для обучения и подготовки персонала к выходу на реальных объект. Виртуальные симуляторы реализуются на основе цифровой копии реального объекта, которые создает наш инжиниринговый центр. Соединяя 3D объекты с производственными регламентами или регламентами по безопасности в единую методологию подготовки, мы получаем реальную площадку для отработки навыков.

Разработки компании:

Погрузо-разгрузочные работы. Многопользовательский VR-сценарий по взаимодействию крановщика, стропальщика и сигнальщика при разгрузке бетонных конструкций. VR тренажеры. VR Тренажерные системы и симуляторы для обучения и отработки навыков с возможностью мультиплеерного использования.

Работы на высоте. VR-симулятор по сценарию ремонта резервуара на станции компании Газпром-Нефть.

Модульная установка подготовки нефти (МУПН). Многопользовательская VR-демонстрация модульной установки подготовки нефти, воссозданной по CAD BIM модели.

Ссылка: <https://district0.com/>

PWRG (Power Group)



О компании:

PWRG является экспертом в сфере мобильных приложений,

виртуальной и дополненной реальности, интерактивных инсталляций и мультимедийных презентационных решений, создании корпоративных музеев и шоу-румов. В проектах PWRG объединяются инновационные технологии, уникальные программные решения и современный дизайн. Реализованные проекты нацелены на формирование интеллектуального капитала в разрезе образовательных, производственных и маркетинговых задач.

Проект «Атомная электростанция»

AR-приложение, AR-портал, интерактивная презентация. Совместно с корпорацией «Росатом» PWRG разработала модель дополненной реальности приложения ARKit для атомной электростанции.

Ссылка: <https://pwrgru.ru/work/nuclear-powerplant>

Проект «TUI VR sales system – VR, virtual showroom»

Управляемая VR-экскурсия по отелям: менеджер туроператора направляет внимание гостей, перемещая их по разным зонам территории отеля и рассказывая все необходимые подробности.

В основе решения для туроператора TUI – идея управляемой экскурсии: в отличие от полного VR-погружения в среду клиент оказывается в там под присмотром менеджера.

Презентация или экскурсия проходит по сценарию туроператора: менеджер, управляет интерфейсом и вниманием гостей, подсказывает куда посмотреть и на что обратить внимание. Это позволяет акцентировать важную информацию и помочь клиенту ее усвоить и запомнить. Специальные навыки для проведения такой презентации сотруднику не требуются – интерфейс простой и интуитивно понятный. VR-очки, планшет и разработанный нами софт – все, что нужно, чтобы переместить производство в ваш кабинет, показать клиенту отель или остров мечты, презентовать новый самолет без поездки на аэродром или продать проект дома. Технология успешно внедрена в продажу туров компании TUI: надев очки, клиент может оценить и выбрать апартаменты, в которых ему предстоит отдыхать, интерьер отеля, пляж и зоны отдыха.

Ссылка: <https://pwrgru.ru/work/tui-vr>



О компании:

Наша команда имеет высокую квалификацию и многолетний опыт в создании аудио-визуальных и в том числе виртуальных пространств, таких как Мультимедийные залы, 3d CAVE и VR кинотеатр.

Проект «Фильм «НПЗ Антипинский»

Было принято решение создать презентационный фильм в формате 360 градусов с внедрением в виртуальную реальность. Разработав концепцию проекта, придумав сценарий мы приступили к реализации проекта. В течении 4 дней наша съемочная группа провела в Тюмени, посетив Антипинский НПЗ, Тюменский Индустриальный Университет и учебный полигон с нефтяной скважиной. Собрал панорамные кадры в целостный презентационный фильм, с закадровой озвучкой и украсив его графическими элементами, ролик передали программистам, которые внедряют его в приложение виртуальной реальности. Созданный фильм в формате VR/360 продемонстрировали на выставке главе региона и привлекли внимание будущих студентов.

Ссылка: <https://avtechno.ru/portfolio-items/vr-film-npz-antipinskij/>

Проект «Шоу «Танцы» на ТНТ в VR/360»

Виртуальная реальность – один из символов нового поколения. Именно ее интегрировали в промо нового сезона шоу «Танцы». Наша компания AVTechno создала танцевальный мастер-класс в формате VR/360. Все что нужно для участия – самые простые VR-очки и смартфон, также можно использовать очки виртуальной реальности типа Oculus Quest.

Ссылка: <https://avtechno.ru/portfolio-items/shou-tancy-na-tnt-v-vr-360/>

AR Production

AR Production

О компании:

Компания занимается дополненной реальностью с маркерами и без, эффективными решениями для строительной и архитектурной сферы, крупного бизнеса, образования, демонстрации продукции, развлечений и медицины. Игровые механики и тематические инсталляции позволяют достигать интерактивности и взаимодействия с клиентами.

Проект «Виртуальная экскурсия для Агрохолдинга «Кубань»

Трехмерные визуализации и экскурсии в формате видео 360° по крупнейшему Агрохолдингу России. С помощью технологий дополненной и виртуальной реальности мы показали, как Агрохолдинг «Кубань» внедряет в свое производство эффективные бизнес-процессы.

Ссылка: <http://arproduction.ru/cases/museum/>

Проект «Интерактивный детский музей «Моя будущая профессия»

Мы создали первый в мире музей, в котором всеми экспонатами являются объекты виртуальной и дополненной реальности. По заказу Дворца Школьников в Астане мы придумали и разработали музей, посвященный разнообразным профессиям

в Казахстане. Надев очки и посмотрев на стену, посетитель увидит трехмерную сцену. Зоны взаимодействия отмечены синими кнопками. Посетитель наводит на кнопку мишень по середине и нажимает на джойстик. А также джойстиком можно поворачивать сцену.

Ссылка: <http://arproduction.ru/cases/museum/>



Enter VR

О компании:

С помощью технологий виртуальной и дополненной реальности компания Enter VR разрабатывает продукты для следующих сфер и направлений:

- маркетинг – продвижение продукта/компании за счет VR/AR презентаций, фото/видео 360 с различными эффектами и интерактивных туров 360;
- продажи – рост продаж за счет применения VR/AR технологий;
- развлечения – VR квесты, приложения, игры и т.д.;
- медицина – реабилитация, фобии;
- обучение – Soft Skills и Hard Skills;
- автоматизация процессов – производство, строительство, бизнес.

Проект «Конфигураторы в виртуальной реальности»

Современные производители мебели, кухонных гарнитуров, а также автоконцерны с каждым днем все больше стараются удовлетворить растущие потребности населения, и каждый из них стремится улучшить сервис для презентации своего продукта покупателю. Развитие современных технологий позволило создавать 3D визуализации, а также конфигураторы для Web сайтов компаний, которые позволили привнести интерактивность в покупательский процесс клиентом.

Но компания Enter VR не останавливается на данной концепции и предлагает разработку конфигураторов в формате VR. С приложением для виртуальной реальности покупка или же презентация продукта становится интересней и интерактивной, ведь Ваш клиент сам принимает участие в демонстрации и выборе своей покупки, будь это автомобиль с различными вариациями и видом салона, или же кухонный гарнитур в различной цветовой гамме. Подобные конфигураторы позволяют максимально приближенно взглянуть демонстрируемый продукт и оценить внешние характеристики.

Ссылка: <https://enter-vr.com/razrabotka-vr-i-ar-prilozhenij/razrabotka-vr-konfiguratorov/>

Проект «Многопользовательский PvP VR шутер для арены виртуальной реальности»

Две команды в составе от 1 до 5 человек в каждой встречаются на космической станции для проведения турнира в форма-

те PvP (команда против команды). В рамках каждого турнира может быть выбран один из нескольких возможных вариантов определения победителя.

Ссылка: <https://enter-vr.com/razrabotka-igr/mnogopolzovatel'skij-pvp-vr-shuter/>

Проект «Разработка дополненной реальности в web браузере – WebAR»

Все большей популярностью среди пользователей пользуются решения с дополненной реальностью. AR технологии являются отличным способом продвигать бренд, увеличить вовлеченность пользователей, а сферы применения насчитываются сотнями. Но и это решение имеет определенные ограничения в применении. Развитие технологии WebAR позволяет сделать использование дополненной реальности более простым и доступным. Раньше для просмотра контента в дополненной реальности необходимо было скачивать приложение, запускать его. Данные манипуляции отнимают достаточное количество времени, памяти телефона, а также интернет трафика, что может останавливать многих пользователей от установки специализированных приложения. Это ограничение позволяет устранить технология Web AR, которая позволяет просматривать 3D модели, 2D картинки, видео или анимации при распознавании плоской метки или объекта без установки дополнительного программного обеспечения, используя только встроенный браузер телефона.

Ссылка: <https://enter-vr.com/razrabotka-dopolnennoy-realnosti/razrabotka-web-ar/>

СОФТСИСТЕМА

О компании:

Наша команда специализируется на создании продуктов для развития бизнеса, VR AR MR презентаций, обучающих материалов для персонала и студентов, внедрения новых технологий в процесс коммуникации заказчика с клиентом. Наши инженеры имеют опыт более 9 лет в области разработки приложений для проектов заказчика. VR решения и области их применения могут быть ограничены только фантазией. Обладая такой технологией, компания имеет ряд весьма весомых и высоко технологичных преимуществ среди конкурентов.

Проект «VR тренажер для обучения»

Тренажерный комплекс в VR среде предназначен для обучения сотрудников компаний, коллективной отработке сценариев работы на объекте, отработке внештатных ситуаций на объекте в VR тренажере. Также данное решение может использоваться к качеству работы как со студентами в Вузах, колледжах, так и реальным персоналом по отработке лабораторных работ. Что имеется ввиду, к примеру можно создать цех, в котором разместить все типы заводского оборудования,



заложить технологические процессы, технику безопасности, например металлургического предприятия. Что происходит? В итоге может быть поставлен процесс обучения VR среде, аттестация техники безопасности, отработка внештатных ситуаций, тренинг персонала в любой отрасли.

Ссылка: <https://vr-ar-mr.ru/resheniya>

Проект «3D визуализация»

Самый простой и быстрый способ создания виртуальных (VR) приложений, дополненных (AR) и трехмерных реальных объектов. Мы создадим высококачественную 3D визуализацию специально для Ваших больших и маленьких проектов. Основной функционал системы – это возможность подключения интерактивной системы с технологией VR (виртуальной реальности). Возможность быстрого создания любого помещения в 3D. Различные режимы просмотра. Неограниченный выбор конфигураций отделочных материалов и 3D моделей объектов. Пред заготовленные шаблоны дизайна. Полная смета всех использованных материалов. Рабочий проект с возможностью сохранения и загрузки. Возможность просмотра интерьера в режиме дня и ночи, а также включения искусственного света разной теплоты и многое другое. Создание 3d виртуальных туров.

Ссылка: <https://vr-ar-mr.ru/resheniya>

Проект «Разработка приложений»

Разработка программ и приложений будет осуществляться с учетом специфики вашей отрасли и проекта. Как в любом инновационном проекте успех будет достигаться с помощью IT консалтинга (обследование, системное проектирование, разработка и согласование рамок проекта).

Ссылка: <https://vr-ar-mr.ru/resheniya>



О компании:

Компания запускает проекты по обучению программирования с нуля на C#, Unity, также обучает разрабатывать графику для игр.

Проект «ЯЮниор»

Ссылка: <https://ijunior.ru/unity-start>



О компании:

В рамках своей деятельности компания оказывает различные

услуги (консалтинг, аналитика, проектирование, разработка, внедрение, контроль), также осуществляя работы по непосредственной реализации проектов (закупка и поставка оборудования, лицензионного ПО, средств защиты информации, проведение строительно-монтажных работ) и другие работы.

Проект «Pico Neo 3 Pro»

Автономные гарнитуры виртуальной реальности линейки Pico Neo зарекомендовали себя в качестве самых комфортных и доступных инструментов в бизнес-сегменте. Последняя модель Pico Neo 3 Pro, помимо стандартного отслеживания шлема и контроллеров в пространстве, включает ряд улучшений, которые гарантируют более детальное и продвинутое погружение.

Ссылка: <https://picovr.vizzion.ru/pico-neo-3-pro>

Проект «Pico VR Streaming Assistant»

Pico VR Streaming Assistant может транслировать игры SteamVR по беспроводной сети на вашу гарнитуру Neo 2 через маршрутизатор 5G, помочь вам избавиться от ограничений кабеля и свободно играть в компьютерные VR-игры. В особенности функционала входит поддержка графических карт NVIDIA и AMD. Убедитесь, что и ПК, и VR-гарнитура Streaming Assistant обновлены до последней версии.

Ссылка: <https://picovr.vizzion.ru/pico-vr-streaming-assistant>

Проект «Познавательная реальность»

Конструктор виртуальной реальности можно использовать для наглядной 3D-демонстрации, создания интерактивных трехмерных уроков, проведения безопасных экспериментов и опытов в VR и обучения 3D-моделированию, анимации и дизайну. Умный инструмент в творческих руках педагога станет увлекательной неповторимой средой для образовательного процесса. Мощный редактор трехмерных сцен позволит создавать увлекательные учебные материалы для ваших учеников по общеобразовательным предметам, а также для факультативов. Наглядный процесс изучения материала ускорит восприятие информации и улучшит процесс обучения в целом.

Ссылка: https://picovr.vizzion.ru/pico_vr_for_enterprise

VR Concept

О компании:

VR Concept – разработчик приложения виртуального прототипирования для коллективной работы с цифровыми двойниками в виртуальной реальности. До создания компании, основатели работали в VR-интеграторе VE Group, где реализовывали проекты по внедрению систем виртуальной реальности в различных промышленных компаниях и образовательных учреждениях. За 15 лет работы на рынке мы накопили бога-



тую экспертизу в области индустриального VR, что позволило создать уникальное решение, отвечающее требованиям как российских, так и зарубежных заказчиков.

Индустрия внедрения – машиностроение

VR Concept эффективен на всех этапах жизненного цикла изделия:

- Визуализация проекта поможет выявить ошибки на ранних этапах проектирования, проверить изделие на соответствие требованиям безопасности и ремонтпригодности
- Коллективная работа в виртуальной реальности с виртуальным прототипом объекта без ограничения количества человек и используемых систем виртуальной реальности улучшит качество коммуникации внутри проектной группы и ускорит разработку проектной документации и обучение персонала
- Анимация техпроцесса позволит рассмотреть проектируемый объект со всех сторон, покрутить его вокруг своей оси, сделать приближение и удаление каких-либо деталей, выявить тем самым места нестыковок объектов и вовремя внести все необходимые коррективы и усилить слабые звенья. Кроме того, такая наглядная визуализация снижает потребность в дорогостоящих натуральных макетах, что в свою очередь сокращает производственные расходы.
- Быстрый старт коллективной работы с CAD моделями в виртуальной реальности для проведения макетных комиссий, согласования проекта с ЛПР, заказчиками, инвесторами как на месте, так и по сети. Для старта работы с VR нужен VR-ready компьютер, шлем виртуальной реальности, спроектированная 3D-модель и VR Concept.
- Анимирование техпроцесса сборки-разборки для наглядного обучения, подготовки технической документации
- Выявление коллизий, построение сечений для детального изучения проектируемого объекта
- Эргономический анализ. VR Concept поддерживает системы обратной тактильной связи, а также VR-перчатки, что обеспечивает еще более точную проработку эргономических характеристик.

Ссылка: <https://vrconcept.net/applications/engineering/>

Индустрия внедрения – образование

VR Concept – это эффективный инструмент обучения в дополнение к существующим методикам благодаря быстрой и простой визуализации САПР-модели в любых VR-системах для коллективной работы. Обучение в виртуальной реальности обеспечивает

- получение реальных навыков – эффективную отработку полученных знаний на практике без риска для оборудования и жизни;
- вовлеченность в образовательный процесс – скорость усвоения материала до 10 раз быстрее;
- коллективное и дистанционное обучение;

- запоминаемость до 90%;

Наше решение позволяет находиться в виртуальном пространстве учителю или эксперту и обучаемым. Видеть действия аватаров друг друга и взаимодействовать с виртуальными цифровыми двойниками на базе 3D CAD/BIM-моделей любых технических и строительных проектов.

Ссылка: <https://vrconcept.net/applications/education/>

Проект «Центр технологий судостроений и судоремонта»

Акционерное общество «Центр технологии судостроения и судоремонта» использует ПО VR Concept для визуализации в системе виртуальной реальности (CAVE) 3D модели продукции предприятия на различных этапах: проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта, модернизации и утилизации. В рамках внедрения нашего программного обеспечения наблюдаются результаты:

- снижение затрат на командировки;
- сокращение количества ошибок и их стоимости, времени на согласования проекта;
- сокращение сроков на реализацию проекта;
- повышение качества принятия решений;
- повышение качества построенного объекта с точки зрения эксплуатации.

Разработка соответствует требованиям российского законодательства.

Ссылка: <https://vrconcept.net/cases/tsentr-tekhnologiy-sudostroeniy-i-sudoremonta/>

Проект «Газпром нефть»

«Газпром нефть» выделяет технологию виртуальной реальности важным инструментом для эффективного использования цифровой модели специалистами компании на разных этапах жизненного цикла объекта:

- приемка моделей в виртуальной реальности;
- контроль соответствия физического объекта модели;
- обучение и аттестация персонала.

Приложение VR Concept обеспечивает использование технологии виртуальной реальности на всем жизненном цикле проекта для решения различных высокотехнологичных задач. Эксперты VR Concept сотрудничают с ГК «Газпром нефть» по вопросам VR.

Ссылка: <https://vrconcept.net/cases/gazpromneft-keys/>



МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ISBN: 978-1-61399-787-1

Author(s): Juan Ribeiro Reis, Thiago Sousa de Oliveira, Wesley Lopes de Oliveira, Diego Cordeiro Barboza, Leonildes Soares De Melo, André Luiz Bertoldi Oberziner, Paulo Andrade da Silva

Case study: The impact of VR & AR simulation project to decrease human exposure in critical environments

Offshore Technology Conference (virtual and Houston, Texas, August 2021)

Abstract: Human exposure is a relevant factor when operating in critical environments and depends on a thorough analysis and consideration towards driving the teams to a safer and more productive environment. Reducing such exposure through digital technologies benefits the whole workforce in their decisions and maneuvers, like simulations, training, and other critical activities that can be executed remotely and prior to the actual activity. This paper presents a case study to demonstrate how augmented and virtual reality can be used to create a high-fidelity virtual environment emulating the real industrial facility. This approach enriches the Digital Twin with the association of data and the virtual environment. It leverages on display and interaction capabilities of hardware devices, and intelligence and data querying capabilities of industrial software, empowering the workers with enhanced training capabilities and access to information increasing safety and efficiency. A real application of this technology is presented in this paper through the case study of the PredictMain4.0 project of Repsol Sinopec Brazil (RSB), which aimed at the integration of digital technologies, including augmented reality (AR) and virtual reality (VR). The PredictMain4.0 project was executed using data and data models of PETROBRAS' P-50, a FPSO (Floating Production Storage and Offloading) operating in Brazil,

В этой статье представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как дополненная и виртуальная реальность могут быть использованы для создания высокоточной виртуальной среды, имитирующей реальный промышленный объект.

and illustrates how different AR/VR applications can be developed and used in combination with engineering, operation, and maintenance databases. This includes 3D models, digitalized critical procedures, and the ability to integrate field teams into a single virtual environment, allowing real interaction in a digital setting that is linked to the real world. Considering the digitalized procedures, this paper aims to establish how virtual simulation and training can make teams more confident and prepared to execute the same physical asset procedures. After consulting with stakeholders from many different teams, the PredictMain4.0 project team selected three critical operating modules in the FPSO (Power Generation, Water Injection, and Gas Compression). For each one, considered which situations were relevant, should they occur. These situations led to developing a training and simulation framework, allowing instructors to create different scenarios and use advanced features such as digital measurement, real-time data collection, and collaborative sessions. The case study indicates that the development of such applications can save more than \$1 million per year in maintenance costs considering the decrease in downtime and avoiding risks of accident.

Ссылка: <https://onepetro.org/OTCONF/proceedings-abstract/21OTC/2-21OTC/D021S016R007/466784>

ISBN: 978-1-61399-833-5

Author(s): Hamad Balhareth

Utilizing immersive technology to enhance plant operations and speed up knowledge transfer

International Petroleum Technology Conference (Riyadh, Saudi Arabia, February 2022)

Abstract: The objective of this paper is to share current operational challenges concerning Oil and Gas (O&G) operators, and to suggest certain solutions/ applications from the IR4.0 technology toolbox. Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR) will be discussed to address the operational challenges detailed in this paper, while simultaneously showing how AR/VR can be leveraged to speed up knowledge transfer process, especially at the current alarming rates of attritions. The proposed approach is to first provide clear and concise explanation of the current challenges from an O&G operational point of view. Next, AR/VR will be explained and clearly defined to show its general benefits, before zooming in to innovate, and capitalize on specific features to address the challenges at hand. AR/VR can play a key role in managing other installed technologies (i.e. artificial intelligence, mobility, etc.) to transfer essential data to proper personnel at the right time and location. In other words, AR/VR can link up to all other applications and create one central hub to organize, streamline, and create actionable data in any facility. While showing the operational benefits, AR/VR will also be discussed to show how it can speed up knowledge transfer and reduce training costs, especially when software developers work together with O&G technologists to create meaningful product, rather than a generic one that truly serves no one.

The result is showing that AR/VR can clearly solve and enhance O&G operations by delivering important prescriptive messages with knowledge-based actions to concerned parties at the proper location, so they can take timely, proactive actions. Simultaneously, acting ahead of time translates into reduced plant upsets, while increasing safety and well-being of all plant personnel. Most O&G companies employ state-of-the-art technologies to address challenges affecting various parts of their operating facilities. Integrating these technologies and allowing operators to organize and strategize where and how to start, and showing potential links is itself a challenge. AR/VR can address this predicament, if employed properly. This paper will address AR/VR implicit and explicit capabilities in more details. The novelty of this paper is not in presenting AR/VR technology, as it has been around for several years, but rather in showing how to design an agile system to take advantage of the technology. The newly designed system can incorporate several scattered software applications across a facility; therefore AR/VR will act as an orchestrator by managing the flow of data and ensuring they reach the right personnel at the right time.

Ссылка: <https://onepetro.org/IPTCONF/proceedings-abstract/22IPTC/3-22IPTC/D031S106R007/479835>

Цель этого документа – поделиться текущими операционными проблемами, касающимися операторов нефтегазовой отрасли (O&G), и предложить определенные решения / приложения из набора инструментов IR4.0 technology toolbox.

ISBN: 978-1-61399-852-6

Author(s): Carlos Newmar Donatti, Fabio Rodrigues Gonçalves da Silva, Karina Fasolin, Vinicius Girardi, Eric Cardona Romani, Diego Cordeiro Barboza, Wesley Lopes de Oliveira, Fernando Perin Munerato, João Humberto Guandalini Batista

An innovative method to process and visualize real-time data generated in drilling activities

Offshore Technology Conference (Houston, Texas, USA, May 2022)

Abstract: To mitigate risks and improve performance during the drilling of an oil well and its various hole sections, it is recommended that its operational parameters and trajectory be monitored in real-time. This activity is crucial to avoid several problems during drilling campaigns, especially if the drilling specialist can have all the data and some level of automatic interpretation on hand, so quick decisions can be made. However, most current monitoring software do not have an interactive or immersive visualization of this data, only track plots with multiple curves. To improve specialist experience, a 3D visualization system has been developed to unify both the drilling monitoring and analysis process of charts, drilling trajectory, lithology, and seismic data. The Divisor system consists of a cloud platform that unifies and processes data from different sources and a digital 3D visualization application. Its visualization module can be used in two forms: a traditional desktop interface enhanced with 3D visualizations and an immersive mode using a Virtual Reality (VR) headset. Both allow the operator to view real-time or historical data in multiple ways, perform assessments and simulations. Additionally, in VR mode, it is possible to navigate through a full-scale virtual environment, interact with the drill hole tridimensional visualization, and freely position charts with the essential variables to be monitored. This allows

for better data manipulation granting better insights related to the numerous data captured, improving the decision-making process and enhancing the interaction in troubleshooting activities. The visualization application connects to a database that contains both static/design information and real time data, enabling a deeper analysis of all data together and the execution of artificial intelligence (AI) algorithms to generate new information and predictions according to the collected data. With both tools working in synchronization, it is possible to insert data from reports, convert them to a readable standard format, and generate visualizations customized by the user. The streamlining of consumption, analysis, and understanding of data allows for savings through the reduction in the numbers of software used as well as the time required for their implementation. The system can also be used as a training environment using historical data to operators in order to check their capacity of response in different scenarios, as well as guarantee the consistency of the operational activities. As future work, this tool will be extended with more views in VR and desktop modes, including new data generated by AI and comparison of design data (real and simulated), as well as an integration with a Digital Twin platform.

Ссылка: <https://onepetro.org/OTCONF/proceedings-abstract/22OTC/3-22OTC/D031S032R009/484540>

В статье рассматривается инновационный метод обработки и визуализации данных в режиме реального времени, полученных в ходе буровых работ.

Author(s): Pengxiang Xia, Kevin McSweeney, Feng Wen, Zhuoyuan Song, Michael Krieg, Shuai Li, Xiao Yu, Kent Crippen, Jonathan Adams, Eric Jing Du

Virtual telepresence for the future of ROV teleoperations: opportunities and challenges

SNAME 27th Offshore Symposium (Houston, Texas, USA, February 2022)

Abstract: Underwater robots, including Remote Operating Vehicles (ROV) and Autonomous Underwater Vehicles (AUV), are currently used to support underwater missions that are either impossible or too risky to be performed by manned systems. In recent years the academia and robotic industry have paved paths for tackling technical challenges for ROV/AUV operations. The level of intelligence of ROV/AUV has increased dramatically because of the recent advances in low-power-consumption embedded computing devices and machine intelligence (e.g., AI). Nonetheless, operating precisely underwater is still extremely challenging to minimize human intervention due to the inherent challenges and uncertainties associated with the underwater environments. Proximity operations, especially those requiring precise manipulation, are still carried out by ROV systems that are fully controlled by a human pilot. A workplace-ready and worker-friendly ROV interface that properly simplifies operator control and increases remote operation confidence is the central challenge for the wide adaptation of ROVs. This paper examines the recent advances of virtual telepresence technologies as a solution for lowering the barriers to the human-in-the-loop ROV teleoperation.

Virtual telepresence refers to Virtual Reality (VR) related technologies that help a user to feel that they were in a hazardous situation without being present at the actual location. We present a pilot system of using a VR-based sensory simulator to convert ROV sensor data into human-perceivable sensations (e.g., haptics). Building on a cloud server for real-time rendering in VR, a less trained operator could possibly operate a remote ROV thousand miles away without losing the minimum situational awareness. The system is expected to enable an intensive human engagement on ROV teleoperation, augmenting abilities for maneuvering and navigating ROV in unknown and less explored subsea regions and works. This paper also discusses the opportunities and challenges of this technology for ad hoc training, workforce preparation, and safety in the future maritime industry. We expect that lessons learned from our work can help democratize human presence in future subsea engineering works, by accommodating human needs and limitations to lower the entrance barrier.

Ссылка: <https://onepetro.org/SNAMETOS/proceedings-abstract/TOS22/1-TOS22/D011S001R001/484617>

В этой статье рассматриваются последние достижения технологий виртуального телеприсутствия в качестве решения для снижения барьеров для телеоперации ROV с участием человека в цикле.

DOI: 10.24887/0028-2448-2022-4-26-31

Author(s): R.K. Nepop, N.Yu. Smirnov, V. Reyes Ahumada, M.A. Nizametdinova, A.G. Kolyagin

Complex bedding effect simulation for hydraulic fracture optimization based on geomechanical modeling (Russian)

Abstract: This paper presents the results of comprehensive studies on the Achimov deposits and overlaying clay horizons of Luceyakhskoe field, Western Siberia, aimed at hydraulic fracturing design and optimization. Multidisciplinary investigations included: core testing, 1D/3D Geomechanical modeling and their calibration to earlier hydraulic fracturing results and drilling events, and multivariate calculations of hydraulic fracturing designs. During the study, specific thin bedding was revealed in the silt-clayey sediments of the seal and interlayers. This rock structure is the main reason of differences in rock properties for both: vertical and horizontal directions. The physical and mechanical properties anisotropy of the geological environment can lead to a change in the minimum horizontal stress's values, which in turn, is one of the main factors that controls the hydraulic fracture geometry. The data correlation obtained within the framework of one project made possible to characterize the complex bedding barrier effect in

the seal and interlayer deposits and to be accounted on hydraulic fracture design stage. It was shown that the complex bedding barrier effect has a significant impact on the fracture propagation during hydraulic fracturing. Ignoring this effect in the modeling leads to incorrect calculation of the fracture opening in hydraulic fracturing simulators. At the hydraulic fracturing design optimization, several scenarios were simulated for different combinations of the complex bedding interval's location, tonnage and horizontal borehole's depth. Additionally, the selection of the optimal buffer volume and injection rate was performed. As a result of the analysis of more than 1000 hydraulic fracturing design scenarios, 3 basic scenarios were selected for implementation at the Lutseyakhskoe field, corresponding to different risk levels for an optimal decision making.

Ссылка: <https://onepetro.org/OIJ/article-abstract/2022/04/26/494299/Complex-bedding-effect-simulation-for-hydraulic?redirectedFrom=fulltext>

В статье представлены результаты комплексных исследований отложений Ачимовской свиты и покрывающих глинистых горизонтов Луцяхского месторождения Западной Сибири. Целью исследований являлись проектирование и оптимизация гидроразрыва пласта (ГРП). Комплексные исследования включали тестирование кернового материала; 1D/3D геомеханическое моделирование; адаптацию построенных моделей к результатам ранее проведенных ГРП и буровых событий; многовариантные расчеты дизайнов ГРП. Выявлена характерная тонкая слоистость в алевро-лито-глинистых отложениях покрывки и прослоев. Такое строение горной породы является причиной различия свойств в вертикальном и горизонтальных направлениях. Анизотропия физико-механических свойств геологической среды может приводить к изменению минимальных горизонтальных напряжений, что в свою очередь является одним из основных факторов, определяющих геометрию трещины ГРП. Увязка полученных данных в рамках одного проекта позволила охарактеризовать эффект сложного напластования в отложениях покрывки и прослоев и учесть его при проектировании ГРП. Показано, что эффект сложного напластования существенно влияет на характер распространения трещины при проведении ГРП. Его игнорирование при моделировании приводит к некорректному расчету раскрытия трещины

в симуляторах ГРП. На стадии оптимизации дизайна ГРП смоделированы различные сценарии для разных комбинаций расположения интервалов сложного напластования, тоннажа и глубины проводки горизонтального ствола. Отдельно выполнен подбор оптимального объема буфера и расхода закачки. В результате анализа более 1000 расчетных дизайнов ГРП для реализации на Луцяхском месторождении подобраны три базовых, соответствующих разным уровням риска при принятии решения.

DOI: 10.2523/IPTC-21300-MS

ISBN: 978-1-61399-731-4

Author(s): Phathompat Boonyasaknanon, Raymond Pols, Katja Schulze, Robert Rundle

Geologic modelling using augmented reality

International Petroleum Technology Conference (virtual, March 2021)

Abstract: An augmented reality (AR) system is presented which enhances the real-time collaboration of domain experts involved in the geologic modeling of complex reservoirs. An evaluation of traditional techniques is compared with this new approach. The objective of geologic modeling is to describe the subsurface as accurately and in as much detail as possible given the available data. This is necessarily an iterative process since as new wells are drilled more data becomes available which either validates current assumptions or forces a re-evaluation of the model. As the speed of reservoir development increases there is a need for expeditious updates of the subsurface model as working with an outdated model can lead to costly mistakes. Common practice is for a geologist to maintain the geologic model while working closely with other domain experts who are frequently not co-located with the geologist. Time-critical analysis can be hampered by the fact that reservoirs, which are inherently 3D objects, are traditionally viewed with 2D screens. The system presented here allows the geologic model to be rendered as a hologram in multiple locations to allow domain experts to collaborate

and analyze the reservoir in real-time. Collaboration on 3D models has not changed significantly in a generation. For co-located personnel the approach is to gather around a 2D screen. For remote personnel the approach has been sharing a model through a 2D screen along with video chat. These approaches are not optimal for many reasons. Over the years various attempts have been tried to enhance the collaboration experience and have all fallen short. In particular virtual reality (VR) has been seen as a solution to this problem. However, we have found that augmented reality (AR) is a much better solution for many subtle reasons which are explored in the paper. AR has already acquired an impressive track record in various industries. AR will have applications in nearly all industries. For various historical reasons, the uptake for AR is much faster in some industries than others. It is too early to tell whether the use of augmented reality in geological applications will be transformative, however the results of this initial work are promising.

Ссылка: <https://onepetro.org/IPTCONF/proceedings-abstract/21IPTC/4-21IPTC/D041S018R001/460598>

В статье рассматриваются преимущества использования дополненной реальности в геологическом моделировании.

DOI: 10.2118/207441-MS

ISBN: 978-1-61399-834-2

Author(s): Abdulrahman Althobaiti, Fadl Abdellatif, Ali Alrasheed, Hassane Trigui, Ahmed Alsaadi, Sahejad Patel

AR gauge scanner mobile application

Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference (Abu Dhabi, UAE, November 2021)

Abstract: This paper showcases an innovative mobile application powered by IR4.0 technologies including augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI). The purpose of this application is to enable digital transformation of analog gauges, digitize their measurements, automate historical data storage, visualize trends, and provide useful information about the gauge to the operator. Utilizing this application will replace the current practice of manual recording of readings in order to reduce human errors as well as promote operational efficiency. With this application, the operator simply points the mobile device's camera towards the gauge and the image is converted to a digital measurement using computer vision algorithms. The digitized readings are sent to a remote database for recordkeeping and data analytics. In order to identify which gauge is being scanned, which is necessary for proper recordkeeping, the application detects a unique QR-code tag attached to the gauge. Additionally, the application utilizes AR technology to overlay gauge specific information (such as gauge type, safe

operating range, fluid type, etc.) along with the digitized reading. Visualization of historical readings is another feature in the application that assists the operator in trend monitoring and decision making. Preliminary tests for the prototype application were carried out in a laboratory environment to demonstrate the working principle of this application. Although the technology is in its early stages of development, it shows promising results in terms of accuracy and speed of the computer vision algorithms to detect and digitize the analog gauges. The historical data recorded by the application can also be accessed via the control room using a web interface, where information from various gauges can be retrieved and visualized for analysis and monitoring. Overall, the presented application integrates computer vision and augmented reality to provide an effective solution for digitizing analog gauges while promoting digital transformation efforts within the industry.

Ссылка: <https://onepetro.org/SPEADIP/proceedings-abstract/21ADIP/3-21ADIP/D031S099R001/473978>

В этой статье демонстрируется инновационное мобильное приложение, основанное на технологиях IR4.0, включая дополненную реальность (AR) и искусственный интеллект (AI).

DOI: 10.3390/su13094639

Author(s): Xinyi Huang, Di Zou, Gary Cheng, Haoran Xie

A systematic review of AR and VR enhanced language learning

Journal «Sustainability»

Impact Factor: 3.889

Abstract: This paper provided a systematic review of previous Augmented Reality

(AR) and Virtual Reality (VR) studies on language learning. A total of 88 articles were selected and analyzed from five perspectives: their ways of integrating AR or VR tools in language learning; main users of AR and VR technologies; major research findings; why AR and VR tools are effective in promoting language learning; and the implications. It was found that (1) immersing learners into virtual worlds is the main approach to language learning in AR and VR studies; (2) university students were the main users of AR/VR technologies; (3) the major research findings concerning the benefits of AR

and VR included improvement of students' learning outcomes, enhancement of motivation, and positive perceptions towards using AR and VR; (4) AR and VR tools promoted language learning through providing immersive learning experience, enhancing motivation, creating interaction, and reducing learning anxiety; and (5) implications identified from previous research include the need of providing training for teachers, enlarging sample sizes, and exploring learner factors such as learner engagement and satisfaction.

Ссылка: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4639>

В этом документе представлен систематический обзор предыдущих исследований дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) по изучению языков.

DOI: 10.1016/j.jaei.2021.101475

Author(s): Feng Y., Duives D., Hoogendoorn S.

Wayfinding behaviour in a multi-level building: a comparative study of HMD VR and Desktop VR

Abstract: Virtual Reality (VR) provides the possibility to study pedestrian wayfinding behaviour in multi-level buildings. Although VR has been applied increasingly to study pedestrian behaviour, it has remained unclear how different VR technology would affect behavioural outcomes in a multi-level building. The study compares the adoption of different VR technologies for pedestrian wayfinding studies, via investigating the difference in pedestrian wayfinding behaviour and user experience. Wayfinding experiments with two groups of participants were conducted using either HMD VR or Desktop VR. Pedestrian movement trajectory data were collected via the VR system and user experience data were

recorded via a questionnaire. These data allow for direct comparison and detailed analysis of pedestrian behaviour and user experience between the adoption of two VR technologies. The results showed that technological differences have a significant impact on wayfinding task performance and head rotation change. However, the route choice, exit choice and user experience were overall similar between the two groups. These results provide empirical evidence supporting researchers to choose between immersive and non-immersive VR when study pedestrian wayfinding behaviour.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/a752c173-dff0-3e8c-a6af-50e4ab4f123d/>

В статье производится сравнительное исследование виртуальной реальности HMD и настольной виртуальной реальности.

DOI: 10.3390/app11073225

Author(s): Sepehr Alizadehsalehi, Ahmad Hadavi, Joseph Chuenhuei Huang

Assessment of AEC students' performance using BIM-into-VR

Journal «Applied Sciences»

Impact Factor: 2.838

Abstract: Building Information Modeling (BIM) and Virtual reality (VR) have attracted growing attention within the architecture, engineering, and construction (AEC) industry in recent years. Integration of BIM and VR technology can develop workflow efficiency through enhanced common understanding and prepare students in architecture and engineering programs to become leaders of the AEC industry. However, the current shortage of AEC professionals trained in BIM and VR is still a barrier to collaborative working practice in this industry. This paper reviews previous work on the BIM, VR, and BIM-into-VR in AEC education/training to bridge this gap. It also presents an advanced framework to clarify creating and using the BIM model into VR workflow in the AEC industry through the integrated definition function (IDEF0) model. The authors further evaluated the BIM-into-VR applications in literature and real-life by

surveying students' learning performance in terms of eight characteristics relevant to the VR environment and students' performance within two projects, one involving the "NASA Mars Habitat Project" and the other involving the "Norris Center Project" at Northwestern University. The results confirmed that BIM-into-VR usability and efficiency in improving students' main learning performance characteristics: Learnability, Interoperability, Visualization, Real-world, Interaction, Creativity, Motivation, and Comfort. This study addresses the advantages of using BIM-into-VR in AEC programs. It also offers suggestions to AEC educators and students in implementing BIM-into-VR in different courses and creating a roadmap for their future as professionals in the AEC industry.

Ссылка: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/7/3225>

В статье производится оценка успеваемости студентов индустрии архитектуры, инжиниринга и строительства с использованием информационного моделирования зданий в виртуальной реальности.

DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104429

Author(s): Gustav Bøg Petersen, Giorgos Petkakis, Guido Makransky

A study of how immersion and interactivity drive VR learning

Abstract: Even though learning refers to both a process and a product, the former tends to be overlooked in educational virtual reality (VR) research. This study examines the process of learning with VR technology using the Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) as its framework. The CAMIL theorizes that two technological features of VR, interactivity

and immersion, influence a number of cognitive and affective variables that may facilitate or hinder learning. In addition, VR studies often involve media comparisons that make it difficult to disentangle the relative effects of technological features on learning. Therefore, this study also aims to provide insights concerning the unique and combined effects of interactivity

and immersion on the cognitive and affective variables specified by CAMIL. We employed a 2 × 2 between-subjects design (N = 153) and manipulated the degree of interactivity and immersion during a virtual lesson on the topic of viral diseases. Analyses of variance (ANOVAs) were used to examine the effects of interactivity and immersion on our variables of interest, and structural equation modeling (SEM) was used to assess the process of learning as predicted by the CAMIL. The results indicated that the process of learning involves situational interest and embodied learning. Main effects of interactivity and/

В этом исследовании рассматривается процесс обучения с использованием технологии виртуальной реальности с использованием когнитивно-аффективной модели иммерсивного обучения (CAMIL) в качестве основы.

DOI: 10.1007/s10758-020-09489-9

Author(s): Renganayagalu S., Mallam S., Nazir S.

Effectiveness of VR head mounted displays in professional training: a systematic review

Journal «Technology, Knowledge and Learning»

Abstract: Over the past decade, virtual reality (VR) has re-emerged as a popular technology trend. This is mainly due to the recent investments from technology companies that are improving VR systems while increasing consumer access and interest. Amongst many applications of VR, one area that is particularly promising is for pedagogy. The immersive, experiential learning offered by VR provides new training and learning opportunities driven by the latest versions of affordable, highly immersive and easy to use head mounted display (HMD) systems. VR has been tested as a tool for training across diverse settings with varying levels of success in the past. However, there is a lack of recent review studies that investigates the effectiveness, advantages, limitations, and feasibility of using VR HMDs in training. This review aims to investigate the extent to which VR applications are useful in training,

or immersion on cognitive load, situational interest, and physical presence are also reported in addition to interaction effects between immersion and interactivity on agency and embodied learning. The findings provide evidence for the CAMIL and suggest important additions to the model. These findings can be used to provide a better understanding of the process of learning in immersive VR and guide future immersive learning research.

Ссылка: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131521003067>

specifically for professional skill and safety training contexts. In this paper, we present the results from a systematic review of the effectiveness of VR-based simulation training from the past 30 years. As a secondary aim, the methodological trends of application and practical challenges of implementing VR in training curriculum were also assessed. The results suggest that there is generally high acceptance amongst trainees for VR-based training regardless of the technology limitations, usability challenges and cybersickness. There is evidence that VR is useful for training cognitive skills, such as spatial memory, learning and remembering procedures and psychomotor skills. VR is also found to be a good alternative where on the job training is either impossible or unsafe to implement. However, many training effectiveness studies reviewed lack experimental robustness due to limited

study participants and questionable assessment methods. These results map out the current known strengths and weaknesses of VR HMDs and provide insight into required future research areas

В статье оценивается эффективность VR-дисплеев, устанавливаемых на головах, в профессиональном обучении.

as the new era of VR HMD's evolve.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/35798f9c-c49a-3763-afa6-60d340c390e3/>

DOI: 10.1109/TIP.2020.3036782

Author(s): Kim W., Lee S., Bovik A.

VR sickness versus VR presence: a statistical prediction model

Abstract: Although it is well-known that the negative effects of VR sickness, and the desirable sense of presence are important determinants of a user's immersive VR experience, there remains a lack of definitive research outcomes to enable the creation of methods to predict and/or optimize the trade-offs between them. Most VR sickness assessment (VRSA) and VR presence assessment (VRPA) studies reported to date have utilized simple image patterns as probes, hence their results are difficult to apply to the highly diverse contents encountered in general, real-world VR environments. To help fill this void, we have constructed a large, dedicated VR sickness/presence (VR-SP) database, which contains 100 VR videos with associated human subjective ratings. Using this new resource, we

В статье приводится статистическая модель прогнозирования виртуальной болезни в сравнении с виртуальным присутствием.

developed a statistical model of spatio-temporal and rotational frame difference maps to predict VR sickness. We also designed an exceptional motion feature, which is expressed as the correlation between an instantaneous change feature and averaged temporal features. By adding additional features (visual activity, content features) to capture the sense of presence, we use the new data resource to explore the relationship between VRSA and VRPA. We also show the aggregate VR-SP model is able to predict VR sickness with an accuracy of 90% and VR presence with an accuracy of 75% using the new VR-SP dataset.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/0c146feb-6351-3ac2-b277-0c874e4240da/>

DOI: 10.1007/s10055-020-00457-3

Author(s): Lim K., Lee J., Won K., Kala N., Lee T.

A novel method for VR sickness reduction based on dynamic field of view processing

Abstract: In this paper, we proposed a novel method for virtual reality (VR) sickness reduction based on dynamic field of view (FOV) processing. Dynamic FOV processing is performed based on

the estimated VR sickness for each video frame. The level of sickness is estimated using VR sickness model, which is obtained by defining the relationship between the motion information and

the measured VR sickness. For motion information analysis, subregion-based correspondence points tracking is used to efficiently remove outliers and prevent prediction error propagation. Amount of head dispersion is used as a quantitative VR sickness measure, which can be calculated from inertial measurement unit sensor in VR devices. The optimal FOV range was determined by experimentally

В этой статье был предложен новый метод снижения заболеваемости виртуальной реальностью (VR), основанный на обработке динамического поля зрения (FOV).

validating a minimum FOV that can effectively reduce VR sickness with almost negligible loss in presence. The simulation results show a significant decrease of 37% compared to full FOV viewing, when FOV is dynamically varied between full and 60°.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/cf6dc53c-7fac-3218-80f3-256863232186/>

DOI: 10.1145/3508361

Author(s): Martin D., Malpica S., Gutierrez D., Masia B., Serrano A.

Multimodality in VR: a survey

Abstract: Virtual reality (VR) is rapidly growing, with the potential to change the way we create and consume content. In VR, users integrate multimodal sensory information they receive to create a unified perception of the virtual world. In this survey, we review the body of work addressing multimodality in VR and its role and benefits in user experience, together with different applications that leverage multimodality in many

disciplines. These works thus encompass several fields of research and demonstrate that multimodality plays a fundamental role in VR, enhancing the experience, improving overall performance, and yielding unprecedented abilities in skill and knowledge transfer.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/8bf26710-76c4-3945-a0c8-e680c7abc281/>

В этом обзоре рассматривается объем работ, посвященных мультимодальности в виртуальной реальности, ее роли и преимуществам в пользовательском опыте, а также различные приложения, которые используют мультимодальность во многих дисциплинах.

DOI: 10.1016/j.micpro.2021.103989

Author(s): Li K., Wang S.

Development and application of VR course resources based on embedded system in open education

Abstract: Virtual Reality VR technology offers a unique approach to enhance the use of complex 3D graphics and visualization environments. The study conducted using virtual reality (VR) technology integrated into the computer-aided design network; VR is a Web-based

learning environment. Virtual reality technology is expected to be a traditional 2D computer graphics (CG) CG extended to a 3D real-time simulation program. Virtual reality technology can be used to promote participation and student learning. With VR education, change

the delivery of educational content. No user interaction is well suited to see it and is very suitable to create a real or imaginary virtual world. Immersive virtual reality (VR) applications require ultra-high data rate and low latency to run smoothly, designed to improve multiuser wireless VR video (depth of learning support system) VR experiences. It has been proposed streaming: quality and low-latency video block submission. Scenario, VR is that it can describe some fields to be widely applied to education. One of the main features of VR is that it

Исследование в этой статье проводилось с использованием технологии виртуальной реальности (VR), интегрированной в сеть автоматизированного проектирования; VR – это веб-среда обучения.

DOI: 10.1007/s10055-020-00494-y

Author(s): Price S., Jewitt C., Yiannoutsou N.

Conceptualising touch in VR

Abstract: How touch is conceptualised matters in shaping technical advancements, bringing opportunities and challenges for development and design and raising questions for how touch experience is reconfigured. This paper explores the notion of touch in virtual reality (VR). Specifically, it identifies how touch 'connection' is realised and conceptualised in virtual spaces in order to explore how digital remediation of touch in VR shapes the sociality of touch experiences and touch practices. Ten participants from industry and academia with an interest in touch in virtual contexts were interviewed using an in-depth semi-structured approach to elicit experiences and perspectives around the role of touch in VR. Data analysis shows the growing value and significance of touch in virtual spaces and reveals particular ways in which touch is talked about, implemented

В этой статье исследуется понятие прикосновения в виртуальной реальности (VR). В частности, в нем определяется, как реализуется и концептуализируется сенсорная «связь» в виртуальных пространствах, чтобы исследо-

allows for multisensory interaction in the visualization space. This combination of visualization and interactive cosmetic VR of multisensory is, ideally, to see whether suitable for effective learning and try to explain this effect by the benefits of active learning from experience. Also, may want to consider some of the defenders and the application of VR education related to technology-related lottery.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/900a634f-2ad4-30b6-8985-30a2b6172f00/>

and conceptualised. It highlights changes for the sociality of touch through participants' conceptualisations of touch as replication and illusion, and how the body is brought into this 'touch' space. These perspectives of touch shape who touches, what is touched and how it is touched and set an agenda for the types of touch that are facilitated by VR. The findings suggest ways in which technological techniques can be employed towards interpretive designs of touch that allow for new ways to look at touch and haptics. They also show how touch is distorted and disrupted in ways that have implications for disturbing established 'real world' socialities of touch as well as their renegotiation by users in the space of digitally mediated touch in VR.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/8fb2b694-e78a-34e9-9d7d-d92e8046dabi/>

вать, как цифровое исправление прикосновений в виртуальной реальности формирует социальность сенсорного опыта и сенсорных практик.

DOI: 10.1080/03098265.2021.1901867

Author(s): Bos D., Miller S., Bull E.

Using virtual reality (VR) for teaching and learning in geography: fieldwork, analytical skills, and employability

Abstract: This article outlines how Virtual Reality (VR) technologies, software and content can be used as a resource for teaching and learning in Geography. Drawing on the authors' first-hand experiences of using VR for undergraduate and postgraduate teaching, we explore firstly how VR can enhance the development of fieldwork observational techniques, knowledge and understanding of place, prior to entering the field. Secondly, we show how VR can be used to enable students to develop critical analytical skills in relation to emergent

visual technologies and the wider implications VR has for the representation of people, places and landscapes. Finally, the article will attend to the ways VR and Augmented Reality (AR)–due to its growing industrial application–can offer important opportunities for the development of unique practical employability skills which can be applied to the geovisualization of data and environments enhancing graduate career prospects.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/bb06f4cb-d1f1-340c-8d9f-50d3d495ab4b/>

В этой статье рассказывается о том, как технологии виртуальной реальности (VR), программное обеспечение и контент могут быть использованы в качестве ресурса для преподавания географии.

DOI: 10.3390/su13010249

Author(s): Kamari A., Paari A., Torvund H.

Bim-enabled virtual reality (Vr) for sustainability life cycle and cost assessment

Abstract: Virtual Reality (VR) is receiving ever-increasing attention and is utilized by many construction companies in their current practices. This paper aims at a critical investigation of the impact of VR technology on how sustainability and cost are understood and perceived by the users in building design projects, which could lead to improving and supporting the actual building design processes. The research study focused on evaluating design alternatives using Building Information Modeling (BIM)-enabled VR technology integrated with cost and sustainability life cycle

assessment (LCA) software. In doing so, the paper begins with reviewing the relevant literature in the mentioned areas. Thereafter, it adopts an experimental-qualitative-quantitative method to test the research hypothesis and analyze the effects of 360-degree VR on the users (66 participants), while distinguishing between users who have a relevant background in building/construction engineering (i.e., architect engineers and civil engineers), and those who have not (i.e., owners and clients). It is observed that despite their background, the user participants positively embrace the ideas

and aspirations of sustainability, and that there is some evidence of respondents preferring the economy over sustainability. Likewise, the participants are not making an effort to measure the emissions of

their design options rather than focus on the building's economic aspects.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/1615c367-4847-34c3-a45b-e558814d3fc7/>

Целью данной статьи является критическое исследование влияния технологии виртуальной реальности на то, как пользователи понимают и воспринимают устойчивость и стоимость в проектах проектирования зданий, что может привести к улучшению и поддержке реальных процессов проектирования зданий.

DOI: 10.3390/app11136170

Author(s): Kim J., Ha J.

User experience in VR fashion product shopping: Focusing on tangible interactions

Abstract: It is necessary to focus on a VR environment centered on a tangible interaction (TI), which provides and interacts with the user experience (UX) with various sensational forms. Therefore, this study attempted to present UX evaluation items for VR fashion product shopping environment through focusing on the TI. In addition, the developed factors were evaluated for validity through empirical experiments and attempted to explore the possibility of using a VR shopping UX evaluation methodology. As a result of factor analysis of items related to VR shopping, six factors were extracted, and each factor was named as intention to use, playfulness, sharpness, telepresence, in-teractivity, and usability, respectively.

As a result of a t-test for the difference in UX between im-mersive VR and non-immersive VR, it was found that there were significant differences in intention to use, playfulness, sharpness, and telepresence. As a result of performing a multiple regression analysis to analyze the effect of TI on the VR fashion shopping UX, it was found that interaction, playfulness, and telepresence are UX factors that are formed under the influence of TI in an immer-sive VR. In addition, intention to use, sharpness, telepresence, and usability were found to be factors experienced as an effect of TI in a non-immersive VR.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/9f01f544-e98a-39b6-b643-e4c3047d5b3f/>

В статье рассматривается пользовательский опыт при покупке модных товаров в виртуальной реальности.

DOI: 10.1016/j.tele.2021.101575

Author(s): Schiopu A., Hornoiu R., Padurean M., Nica A.

Virus tinged? Exploring the facets of virtual reality use in tourism as a result of the COVID-19 pandemic

Abstract: Several studies have investigated the use of virtual reality (VR) in tourism, but none has taken an epidemiological outlook. This research examined the

use of VR in tourism through the lenses of an extended TAM model in times of COVID-19 pandemic. The premise was that, in this context, people would prefer

less risky experiences and would see VR as a substitute for traditional travel. The data used was collected through a within-subjects experiment, which proved that intention to use VR in tourism increased under the COVID-19 effect. This study tested a conceptual model that showed this intention was influenced by the perceived ease of use, perceived usefulness, and perceived substitutability of VR, all mediated by people's interest in VR use in tourism.

The perceived authenticity of VR experience determined the perceived substitutability of VR. This paper has theoretical and practical implications. In the long term, promoting tourism-related VR activities might reduce the risk of virus spreading, lessen the pressure imposed on this sector by such epidemic episodes, and increase its sustainability.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/01100022-c653-388e-856b-d08b35dd7ce2/>

В этом исследовании была протестирована концептуальная модель, которая показала, что на намерение использовать виртуальную реальность в туризме повлияла воспринимаемая простота использования, воспринимаемая полезность и воспринимаемая взаимозаменяемость виртуальной реальности, и все это опосредовано интересом людей к использованию виртуальной реальности в туризме.

ISSN: 14364522

Author(s): Holly M., Pirker J., Resch S., Brettschuh S., Gütl C

Designing VR experiences – expectations for teaching and learning in VR

Abstract: Skills in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) are increasingly in demand. Theoretical knowledge and formulas alone are frequently not sufficient to understand complex phenomena. Simulations are a valuable tool to support the conceptual understanding by visualizing invisible processes. The constant interaction with the learning material is an essential factor when learning with simulations and virtual worlds. Virtual reality (VR) technologies enable interaction with the virtual environment with a high intensity of immersion. Maroon is a VR platform for teaching physics and has been in development for over five years.

Previous results with Maroon have already demonstrated the potential of virtual reality for learners and teachers, but also highlighted a list of potential challenges in terms of VR experience design, usability, and pedagogical concepts. Over the past six months, we have conducted user studies with a total of 85 participants, both student teachers (n = 26) and pupils (n = 59) at high schools and teacher training institutions. In this paper, we want to facilitate the difficult task of designing educational VR platforms by describing the expectations of educators and pupils.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/8c42a067-b91f-3a38-8bae-ebe81dbaee9a/>

В этой статье пересматривается трудная задача проектирования образовательных платформ виртуальной реальности через описание ожиданий преподавателей и учеников.

DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.006

Author(s): van Berlo Z., van Reijmersdal E., Smit E., van der Laan L.

Brands in virtual reality games: Affective processes within computer-mediated consumer experiences

Abstract: Virtual reality (VR) marketing is here to stay—or at least that is what is generally believed. Head-mounted display (HMD) VR hardware is rapidly becoming more accessible to the general public, and businesses have started adopting VR as an experiential marketing platform. In this study, we examine two affective mechanisms that play a role in the workings of branded VR games in an HMD VR context: (1) virtual product appeal and (2) emotional response. We conducted a between-subjects (branded VR game vs. non-branded VR game) lab

experiment (N = 81) among young adults who were recruited via the university's lab recruitment system. During the experiment, participants used HTC Vive hardware with hand-held controllers. The results show that virtual product appeal strengthens the effect of brands in VR games on brand attitude. Moreover, brands in VR games elicit emotional responses, which subsequently drive brand attitude and purchase intention.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/a24cad21-f6c9-30a9-baf8-336219d41de1/>

В статье исследуется два аффективных механизма, которые играют роль в работе фирменных VR-игр в контексте виртуальной реальности HMD: (1) привлекательность виртуального продукта и (2) эмоциональный отклик.

DOI: 10.28945/4816

Author(s): Alamäki A., Dirin A., Suomala J., Rhee C..

Students' experiences of 2D and 360° videos with or without a low-cost VR headset: an experimental study in higher education

Abstract: Aim/Purpose This case study examines students' affective responses to and relationships with two-dimensional (2D) and 360° videos that were experienced with or without low-cost virtual reality (VR) headsets. Background The prior research on low-cost VR technology is scant. Schools and universities are not financially able to purchase tens or hundreds of expensive inbuilt VR headsets. Therefore, we recommend an alternative, low-cost solution. Methodology We conducted the experiment with students' (N=100) responses to videos and VR technologies used in a higher education setting. We also applied a quantitative research approach examined in light of media richness and affective experience theories. Contribution

This study provides evidence of the integral role that VR technologies and 360° video content play, because using low-cost VR headsets potentially decreases the initial affective experiences of 360° videos among students. Although VR headsets improve media richness, they might simultaneously weaken students' overall affective experiences if they experience usability challenges. Findings The results showed that using low-cost VR headsets decreased positive user experiences when they were watching 360° videos. The 360° video experience was noted to be better without low-cost VR headsets. Low-cost VR headsets with a smartphone and 360° videos were found to be complicated to set up and use among first-time users. However, 360° videos created a more

positive affect than did 2D videos. We also found that the positive affect of videos enhanced the social sharing intention. Recommendations Educational institutes and teachers with limited financial budgets need to plan for Practitioners and manage courses that increases their need to adopt low-cost VR headsets. However, a poor initial user experience of low-cost VR technology usability might create negative student attitudes, which might hinder VR's adoption rate in higher education. Recommendations This study provides a new understanding about students' affective experiences for Researchers of 2D videos and 360° videos with and without low-cost VR headsets. The results show that positive user experiences of 2D and 360° videos enhance students' interest

in sharing and collaboration in digital learning environments. Impact on Society The results help educators to predict possible usability challenges in selecting the proper rich media for different learning situations. Additionally, the results assist educators to design VR assisted courses that motivate students. Future Research The experimental comparison of different VR solutions and traditional learning technologies merits further examination. Additionally, more research is needed to determine the relationship of VR technologies, video content and learning methods, because technological features and content are tightly integrated in VR.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/4001cf20-8405-3514-9d12-f18be3df04bb/>

В этом тематическом исследовании рассматриваются эмоциональные реакции студентов на двумерные (2D) и 360-градусные видеоролики и их взаимоотношения с ними, которые были просмотрены с недорогими гарнитурами виртуальной реальности (VR) или без них.

DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103631

Author(s): Chen H., Hou L., Zhang G., Moon S.

Development of BIM, IoT and AR/VR technologies for fire safety and upskilling

Abstract: High-rise building fires can pose a significant threat to occupants and firefighters. The state-of-the-art technologies such as sensor-based Internet of Things (IoT), Building Information Modelling (BIM), Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) may offer great potential to improve building fire safety and rescue efficiency, primarily through ameliorating the level of situational awareness. This study proposes an innovative technology integrated framework for prototyping a proof-of-concept BIM, IoT and AR/VR system based upon the rationale of

situational awareness. A pilot test based on a simulated fire scenario is conducted to evaluate the functionality of the framework. The outcomes reveal that the data generated by the system can be leveraged by the firefighting department to quickly locate the whereabouts of the indoor fires, and the VR gamification scenarios can expedite the development of situational awareness for the trainees. The limitations and future works are also discussed at the end of this paper.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/92617c00-dbf6-3f54-9ef2-1f9bf53dbe0d/>

В этом исследовании предлагается инновационная технологическая интегрированная структура для прототипирования системы проверки концепции BIM, IoT и AR / VR, основанная на обосновании ситуационной осведомленности.

DOI: 10.1080/03098265.2020.1827376

Author(s): Hagge P.

Student perceptions of semester-long in-class virtual reality: effectively using «Google Earth VR» in a higher education classroom

Abstract: Virtual reality (VR) usage is increasing in higher education, yet VR retains significant financial, technological, and time costs. Given these challenges, understanding student perceptions of the legitimacy of educational VR is important. In-class VR was introduced in two semesters with four total face-to-face Geography courses at Arkansas Tech University. Throughout each semester, individual students periodically used the HTC Vive's Google Earth VR app to virtually visit places relevant to that day's lecture. The VR video was mirrored to a classroom screen for all students to see. These VR sessions formed parts

of many class meetings, in contrast to recent studies that examine educational VR as short-term experiments or out-of-classroom trials. Students were surveyed about their perceptions before and after the semester, and overall student views of classroom VR were positive. Perceptions were similar between students who used VR in class and students who did not. These findings are important as educational institutions continue to invest more time and resources into VR.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/a1799996-f7c2-3c9a-be8d-1356e06afff5/>

В статье приводятся результаты эффективного использования «Google Earth VR» в классе высшего образования, а также восприятие студентами виртуальной реальности в течение семестра в классе.

DOI: 10.3390/su13020806

Author(s): Lee W., Kim Y.

Does VR tourism enhance users' experience?

Abstract: The importance of non-face-to-face tourism is growing due to the impact of COVID-19, and VR (virtual reality) is attracting attention as a solution to this need. This research investigates the antecedents of utilitarian and hedonic values based on the experience of VR tourism and identifies the relations between values and user visit intention. We performed an empirical study with data collected from 207 respondents from major VR online user communities. The results of the research show the antecedents of utilitarian value to be

information access, flow, and interactivity; whereas the antecedents of hedonic value are flow, interactivity, and telepresence. Utilitarian and hedonic values both positively affect user visit intention. The results also show group differences in the relationship between research variables according to the personal degree of extraversion. These results provide key understandings to enable the adoption of the VR technology in tourism.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/1a5c2268-dc1a-3c9d-b2ec-142ef75c4d0d/>

В статье приведены результаты исследования, которые показывают, что предпосылками утилитарной ценности являются доступ к информации, поток и интерактивность; в то время как предпосылками гедонисти-

ческой ценности являются поток, интерактивность и телеприсутствие.

DOI: 10.1016/j.tele.2021.101728

Author(s): Ball C., Huang K., Francis J.

Virtual reality adoption during the COVID-19 pandemic: a uses and gratifications perspective

Abstract: The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has impacted all aspects of people's lives, including how we work, play, learn, exercise, and socialize. Virtual reality (VR) technology has the potential to mitigate many of the challenges brought about by the pandemic, which has spurred increased adoption. However, relatively low adoption overall and limited software still restrict the power of VR to address COVID-19 difficulties effectively. This study examines how the perceived impacts of COVID-19 might lead to different VR uses and gratifications and device ownership / variability. Furthermore, we investigate the importance of social interactivity within VR for increasing adoption intentions. We surveyed 298 Amazon Mechanical Turk users during the Fall of 2020. Results indicate that the pandemic's perceived impacts influenced the

likelihood of acquiring VR for education, tourism, and work. For VR ownership and variability, those who purchased VR during the pandemic were more likely to report buying it for work. Those with access to high-end VR hardware were more likely to report a broader range of uses, including socializing, health, and telemedicine. Validating the importance of various applications during the pandemic, we found that the desire for social interactivity mediates the impacts of COVID-19 on future adoption intentions. Theoretically, we propose several gratifications sought via the use of VR during the pandemic. Practically, we discuss recommendations for future VR research, marketing, and software design.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/5e0614e4-65c1-389a-a4a1-73710d38bbb3/>

В этом исследовании рассматривается, как предполагаемое воздействие COVID-19 может привести к различному использованию виртуальной реальности и получению удовольствия, а также к владению устройствами / изменчивости.

DOI: 10.1097/AJP.0000000000000958

Author(s): Powers M., Carl E., Levihn-Coon A., Van Veldhuizen M., Caven A., Pogue J., Fresnedo M., Turner E., Adams M., Leonard K., Conroy H., Lantrip C., Caven T., Isbell C., Regner J., Garmon E., Foreman M., Miller W., Fares L., Carlbring P., Otto M., Weiss D., Hughes J., Bernhardt J., Roy R., Oh J., Copt R., Macclements J., Warren A., Rosenfield B., Rosenfield D., Minns S., Telch M., Smits J.

Nonpharmacologic pain management among hospitalized inpatients: a randomized waitlist-controlled trial of standard virtual reality (CGI VR) versus video capture VR (360 degrees 3D/stereoscopic Video Capture VR)

Abstract: Objectives: Nonpharmacologic pain management strategies are needed because of the growing opioid epidemic. While studies have examined the efficacy

of virtual reality (VR) for pain reduction, there is little research in adult inpatient settings, and no studies comparing the relative efficacy of standard animated

computer-generated imagery (CGI) VR to Video Capture VR (360 degrees 3D/ stereoscopic Video Capture VR). Here, we report on a randomized controlled trial of the relative efficacy of standard CGI VR versus Video Capture VR (matched for content) and also compared the overall efficacy of VR to a waitlist control group. Materials and Methods: Participants (N=103 hospitalized inpatients reporting pain) were randomized to 1 of 3 conditions: (1) waitlist control, (2) CGI VR, or (3) Video Capture VR. The VR and waitlist conditions were 10 minutes in length. Outcomes were assessed pretreatment, post-treatment, and after a brief follow-up. Results: Consistent with hypotheses, both VR conditions reduced pain significantly more relative to the waitlist control condition

($d=1.60$, $P<0.001$) and pain reductions were largely maintained at the brief follow-up assessment. Both VR conditions reduced pain by ~50% and led to improvements in mood, anxiety, and relaxation. Contrary to prediction, the Video Capture VR condition was not significantly more effective at reducing pain relative to the CGI VR condition ($d=0.25$, $P=0.216$). However, as expected, patients randomized to the Video Capture VR rated their experience as more positive and realistic ($d=0.78$, $P=0.002$). Discussion: Video Capture VR was as effective as CGI VR for pain reduction and was rated as more realistic.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/da47559d-805d-320c-a0c8-5d65a566f07a/>

В исследовании сообщается о рандомизированном контролируемом исследовании относительной эффективности стандартной CGI VR по сравнению с VR видеозахвата, а также сравнивается общая эффективность VR с контрольной группой из списка ожидания.

DOI: 10.1007/s12553-021-00528-8

Author(s): Siani A., Marley S.

Impact of the recreational use of virtual reality on physical and mental wellbeing during the Covid-19 lockdown

Abstract: The Covid-19 pandemic has brought about significant changes to most aspects of our lives. As a result of the quarantine enforced by governments and authorities worldwide, people had to suddenly adapt their daily routines, including work, study, diet, leisure and fitness activities to the new circumstances. A growing body of research indicates that the engagement with virtual reality (VR) activities can have a positive impact on users' mental and physical wellbeing. This study aims to evaluate the impact of VR activities on users under lockdown due to the Covid-19 pandemic. An online survey was carried out to investigate the recreational use of VR during the lockdown period and to gather users' opinions on its impact on their physical

and mental health. Non-parametric tests were used to evaluate the statistical significance of the responses provided by the 646 participants. The results of the survey show that VR use has significantly increased during the lockdown period for most participants, who expressed overwhelmingly positive opinions on the impact of VR activities on their mental and physical wellbeing. Strikingly, self-reported intensity of physical activity was considerably more strenuous in VR users than in console users. Given the current uncertainty as to the duration and course of the pandemic, as well as the possibility of intermittent lockdown in the upcoming years, the outcomes of this study could have a significant impact towards the development and

deployment of VR-based strategies aimed at helping the population cope with prolonged social distancing, with particular regards to vulnerable individuals.

Цель этого исследования – оценить влияние виртуальной реальности на пользователей, находящихся в изоляции из-за пандемии Covid-19.

DOI: 10.3389/fcomp.2021.673826

Author(s): Horváth I.

An analysis of personalized learning opportunities in 3D VR

Abstract: Due to its constantly developing technological background, VR and AR technology has been gaining increasing popularity not just in industry or business but in education as well. Research in the field of Cognitive Infocommunications (CogInfoCom) shows that using existing digital technologies, online collaboration and cooperation technologies in 3D VR supports cognitive processes, including the finding, processing, memorization and recalling of information. 3D VR environments are also capable of providing users with a much higher level of comprehension when it comes to sharing and interpreting digital workflows. The paper presents a study carried out with the participation of 90 students. The aim of this study is to investigate how the application of 3D VR platforms as personalized educational environments can also increase VR learning efficiency. Besides considering participants' test performance, metrics such as results on visual, auditory and reading-based learning tests for information acquisition, as well as responses on Kolb's learning styles questionnaires are taken into consideration. The participants' learning styles, information acquisition habits were also observed, allowing us to create and offer a variety of learning pathways based

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/ca461cd8-f897-3dc0-a3e3-d092f5cbb0f6/>

on a variety of content types in the 3D VR environment. The students within the study were divided into two groups: a test group receiving personalized training in the MaxWhere 3D VR classroom, and a control group that studied in a general MaxWhere 3D VR space. This research applies both quantitative and qualitative methods to report findings. The goal was to create adaptive learning environments capable of deriving models of learners and providing personalized learning experiences. We studied the correlation between effectiveness of the tasks and Kolb's learning styles. The study shows the major importance of choosing the optimal task type regarding each Kolb learning style and personalized learning environment. The MaxWhere 3D spaces show a high potential for personalizing VR education. The non-intrusive guiding capabilities of VR environments and of the educational content integrated in the 3D VR spaces were very successful, because the students were able to score 20 percent higher on the tests after studying in VR than after using traditional educational tools. Students also performed the same tasks with 8-10 percent faster response times.

Ссылка: <https://www.mendeley.com/catalogue/4fc01e7d-0baf-3332-a870-c68761e93afc/>

В статье представлено исследование, проведенное с участием 90 студентов. Цель этого исследования – выяснить, как применение платформ 3D VR в качестве персонализированных образовательных сред может также повысить эффективность обучения в виртуальной реальности.

Авторы: Демин А.Ю., Марков Н.Г., Спицын В.Г.

Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов

XIX Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых
(Томск, 21-25 марта 2022 года)

Аннотация: Сборник содержит доклады, представленные на XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», прошедшей в Томском политехническом университете на базе Инженерной школы информационных технологий и робототехники. Материалы сборника отражают доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, принятые к обсуждению на секциях: «Искусственный интеллект и

машинное обучение», «Цифровизация, IT и цифровая экономика», «Дизайн и компьютерная графика», «Виртуальная и дополненная реальность», «Технология больших данных в индустрии», «Мехатроника и робототехника», «Автоматизация технологических процессов и производств». Сборник предназначен для специалистов в области информационных технологий, студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

Ссылка: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/71146>



ПУБЛИКАЦИИ СМИ



Источник фото: [117]

В Рязани разработали симулятор виртуальной реальности для борьбы с фобиями
Автор(ы): ТАСС Наука

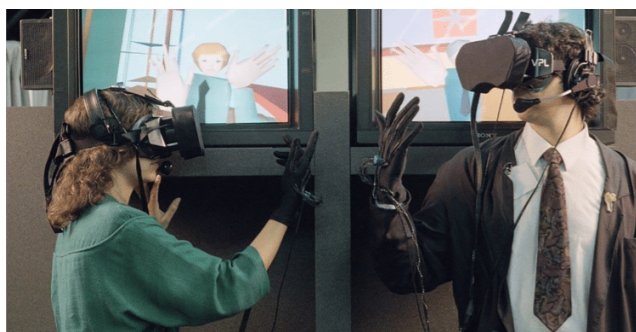
Ссылка: https://nauka.tass.ru/nauka/16127619?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com



Источник фото: [120]

Российские ученые выявили возможность VR снижать уровень тревожности
Автор(ы): Алексей Ведерников

Ссылка: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/630cd6109a79478bb1b2b254>



Источник фото: [118]

What is virtual reality and where does it come from?
Автор(ы): VRTL Academy

Ссылка: <https://courses.vrtl.academy/lessons/what-is-virtual-reality-and-where-does-it-come-from/>



Источник фото: [121]

Как VR внедряют в систему образования: примеры вузов и корпораций
Автор(ы): СБЕР Университет

Ссылка: <https://sberuniversity.ru/edutech-club/pulse/tekhnologii/22605/>



Источник фото: [119]

В России изучили применение виртуальной реальности в образовании
Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20220927/mgpu-1819608269.html>



Источник фото: [122]

Новое VRемя: зачем школьникам виртуальная реальность
Автор(ы): Сергей Гурьянов

Ссылка: <https://iz.ru/1268085/sergei-gurianov/novoe-vremia-zachem-shkolnikam-virtualnaia-realnost>



Источник фото: [123]

VR-технологии становятся рабочим инструментом бизнеса
Автор(ы): WT Welcome Times

Ссылка: https://welcometimes.ru/news/vr-tehnologii-stanovyatsya-rabochim-instrumentom-biznesa?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D



Источник фото: [126]

В Москве начал свою работу международный VR-фестиваль
Автор(ы): Культурология.рф

Ссылка: https://kulturologia.ru/news/7678/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D



Источник фото: [124]

Другой мир, или как развивается виртуальная реальность в России
Автор(ы): Радио SPUTNIK

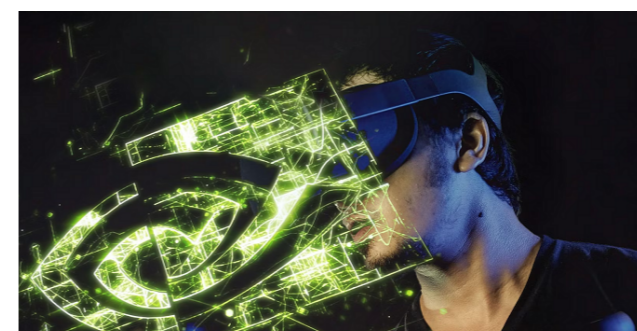
Ссылка: <https://radiosputnik.ria.ru/20211110/1758349249.html>



Источник фото: [127]

В «Царском Селе» представили VR-версию Янтарной комнаты
Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20220418/vr-1784157396.html>



Источник фото: [125]

Nvidia подала патент на технологию голографического дисплея для VR
Автор(ы): Татьяна Даченкова

Ссылка: https://iot.ru/gadzhety/nvidia-podala-patent-na-tekhnologiyu-golograficheskogo-displeya-dlya-vr?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop



Источник фото: [128]

РИА Новости презентовало космические AR- и VR-проекты на Дне Города на ВДНХ
Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20220911/kosmos-1816003427.html>



Источник фото: [129]

Садовничий осуществил мечту подростка оказаться в космосе с помощью VR

Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20211230/mgu-1766152891.html>



Источник фото: [132]

Школьники МО смогут заниматься в библиотеках в VR-очках

Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20220117/znanie-1768270517.html>

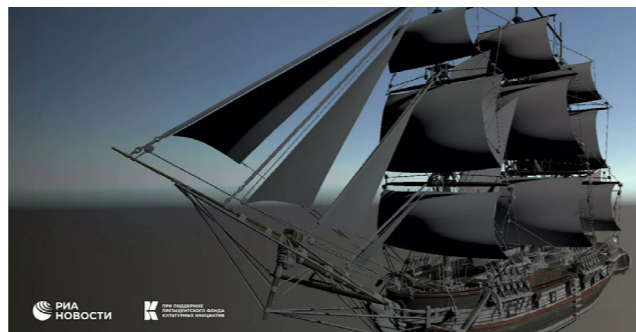


Источник фото: [130]

Россияне смогут погулять по мусорным полигонам в VR-очках

Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20221011/ekskursii-1823103810.html>



Источник фото: [133]

РИА Новости запустит VR-реконструкцию первой русской кругосветки

Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20220201/vr-rekonstruktsiya-1770353152.html>

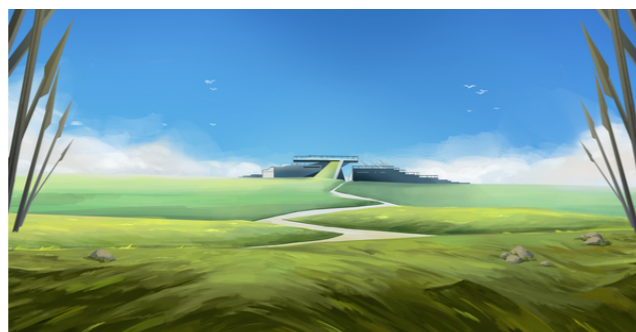


Источник фото: [131]

VR-шлемы, кино и космос: кто продает виртуальную реальность в России

Автор(ы): Радио SPUTNIK

Ссылка: <https://radiosputnik.ria.ru/20211110/1758345648.html>

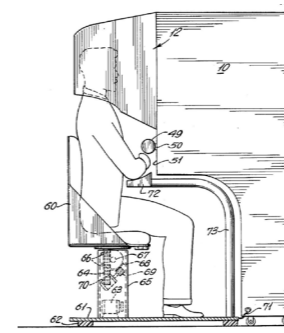


Источник фото: [134]

В экспедицию не выходя из дома. VR-симулятор археолога

Автор(ы): РИА Новости

Ссылка: <https://ria.ru/20221107/vr-1829614232.html>

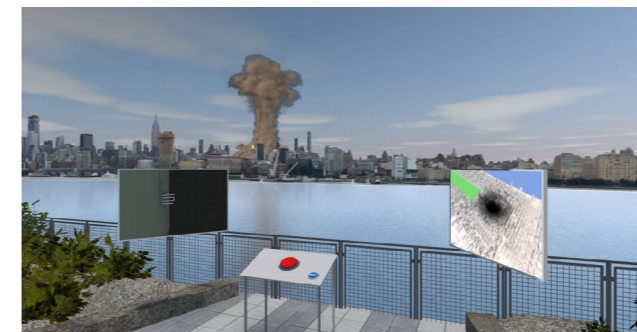


Источник фото: [135]

Авторы культовой игры Among Us захотели адаптировать ее для VR-гаджета 1957 года

Автор(ы): MIXR

Ссылка: <https://mixr.ru/2022/08/10/among-us-sensorama/>



Источник фото: [136]

«Росатом» проведет ядерные испытания в VR на Дальнем Востоке

Автор(ы): MIXR

Ссылка: <https://mixr.ru/2020/09/08/rosatom-provedet-yadernye-ispytaniya-v-vr-na-dalнем-vostoke/>

Источники

1. Hype Cycle for the Internet of Things, 2019. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/en/documents/3947474> (дата обращения: 26.02.2023).
2. «Виртуальная реальность» // Сайт для учителей // URL: https://kopilkaurokov.ru/informatika/presentacii/virtualnaia_realnost (дата обращения: 28.02.2023).
3. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Stereoscoop_VM.jpg
4. https://hmn.wiki/ru/Joint_Air_Training_Scheme
5. Шаткие успехи и оглушительные провалы в долгой и странной истории виртуальной реальности // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/399169/> (дата обращения: 12.01.2023).
6. <https://rktv.ru/articles/vr%26ar/>
7. <https://insidestory.gr/file/6598>
8. <https://trashbox.ru/topics/118301/istoriya-razvitiya-virtualnoj-realnosti>
9. <https://xakep.ru/wp-content/uploads/post/62395/steve-mann-2.jpg>
10. <https://habr.com/ru/company/pult/blog/517296/>
11. <https://img.hangout-bridges.com/files/spesifikasi/2509/CV23T8HW1Lpic.jpg>
12. <https://habr.com/ru/post/399169/>
13. https://poisknews.ru/wp-content/uploads/2019/05/shutterstock_369922910.jpg
14. Состоялась презентация коммерческой версии шлема Oculus Rift 1.0 // SavePearlHarbor URL: <https://savepearlharbor.com/?p=259205> (дата обращения: 11.01.2023).
15. https://static2.nordic.pictures/7220937-thickbox_default/oculus-rift-virtual-reality-brille.jpg
16. CES 2023: Sharp представила миниатюрную XR-гарнитуру // JOURNAL // URL: <https://vr-j.ru/news/ces-2023-sharp-predstavila-miniaturnyuyu-xr-garnituru/> (дата обращения: 02.03.2023).
17. <https://vr-j.ru/news/ces-2023-sharp-predstavila-miniaturnyuyu-xr-garnituru/>
18. PlayStation VR2 // PlayStation // URL: <https://www.playstation.com/en-us/ps-vr2/>

(дата обращения: 02.03.2023).

19. https://cdn.vox-cdn.com/thumbor/Muh1lg78W_pWRLl_u41lvXPLap4.jpg
20. HTC представила Vive XR Elite — свой взгляд на VR-шлем нового поколения // Stop Game // URL: https://stopgame.ru/newsdata/56487/htc-predstavila-vive-xr-elite-svoy_vzglyad_na_vr_shlem_novogo_pokoleniya (дата обращения: 02.03.2023).
21. <https://images.frandroid.com/wp-content/uploads/2023/01/htc-vive-xr-elite-1.jpg>
22. Гарнитуру виртуальной реальности high-end класса Somnium VR1 покажут на CES 2023 // Дзен // URL: <https://dzen.ru/a/Y6ql7TSw4Ry7PhU2> (дата обращения: 02.03.2023).
23. https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/3721416
24. Sol Reader – электронная книга в виде очков // PDA // URL: https://4pda.to/2023/01/10/408400/sol_reader_elektronnaya_kniga_v_vide_ochkov/ (дата обращения: 02.03.2023).
25. <https://4pda.to/s/PXtjrsfcl98BjiHqbOXESibDNuc.jpg>
26. Российский рынок дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) // TMT Consulting // [Электронный ресурс] URL: <http://tmt-consulting.ru/wp-content/uploads/2021/02/TMT-HW-AR-VR-2020.pdf> (дата обращения: 28.02.2023).
27. Augmented and Virtual Reality (AR VR) Market Analysis [2023-2030] | Top Key-Players in the Industry are - Upskill, IMB, Aero Glass, Oculus VR // URL: <https://www.marketwatch.com/press-release/augmented-and-virtual-reality-ar-vr-market-analysis-2023-2030-top-key-players-in-the-industry-are---upskill-imb-aero-glass-oculus-vr-2023-04-18> (дата обращения: 18.04.2023).
28. AR и VR в промышленности. Как иммерсивные технологии помогают заводам // pcnews.ru/Новости URL: https://pcnews.ru/news/ar_i_vr_v_promyslennosti_kak_immersivnye_tehnologii_pomogaut_zavodam-1112431.html#gsc.tab=0 (дата обращения: 10.01.2023).
29. Технологии виртуальной реальности: перспективы и риски // GeekBrains URL: <https://gb.ru/blog/tehnologii-virtualnoj-realnosti/> (дата обращения: 28.02.2023).
30. Что такое виртуальная реальность: свойства, классификация, оборудование — подробный обзор области // oboidomkursk.ru URL: <https://oboidomkursk.ru/virtualnaya-realnost-chto-eto-znachit/> (дата обращения: 10.01.2023).
31. <https://spb.aura-rent.ru/wp-content/uploads/2020/03/hts-vive-pro-1.png>
32. <https://wallpapers.com/images/hd/oculus-quest-2.jpg>
33. <https://irift.ru/wp-content/uploads/valve.jpg>
34. Дошина, А. Д. Устройства виртуальной реальности / А. Д. Дошина, А. Е. Михай-

лова, В. В. Карлова. — Текст : непосредственный // Технические науки: теория и практика : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). — Чита : Издательство Молодой ученый, 2016. — С. 3-6.

35. Славин, О. А. Обзор технологий виртуальной и дополненной реальности / О. А. Славин, Е. С. Гринь // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2019. – Т. 69. – № 3. – С. 42-54. – DOI 10.14357/20790279190304. – EDN CAMHRB.
36. <https://virtualnyeochki.ru/pico-4-and-link-cable-07.jpg>
37. <https://shop.gestore.ru/upload/iblock/9db.jpg>
38. <https://sun9-19.userapi.com/c856020.jpg>
39. <http://vrland.ru/wp-content/uploads.png>
40. https://tehnoteca.ru/img/921/920469/google_cardboard_2.jpg
41. <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/l.jpg>
42. Ермаков, А. С. Взаимодействие пользователя с очками виртуальной реальности / А. С. Ермаков, И. С. Зарифулина, В. А. Осанов // XXVIII Российская научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов университета с приглашением ведущих ученых и специалистов родственных вузов и организаций, Самара, 05–08 апреля 2021 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021. – С. 176-177. – EDN BPCGCD.
43. А.Ивашенцев. История провала: как мы делали очки дополненной реальности, но столкнулись с суровой российской реальностью // Inc. – журнал для предпринимателей. 13.01.2021. URL: <https://incrussia.ru/understand/ar-headset/> (дата обращения: 28.02.2023).
44. https://tehnoteca.ru/img/2150/2149381/htc_vive_flow_1.jpg
45. <https://vizzion.ru/images/product/52/title/52-280-8-3-800x800.jpg>
46. <https://theroco.com/assets/Xiaomi-Wireless-AR-Glass-Discovery-Edition-reveal.jpg>
47. https://youtu.be/_B5Zgyq4EfM
48. <https://c.dns-shop.ru/thumb/st1/fit.jpg>
49. <https://ksr-ugc.imgix.net/assets/034>
50. <https://101wow.ru/image/cache/catalog/konstruktory/aaasno2-1200x800.jpg>
51. <https://lifeinjapan.ru/posts/gate1102-5.jpg>
52. <https://irinvest.ru/wp-content/uploads/2021/08/cave071edited.jpg>

53. https://thecommunity.ru/uploads/posts/2019-08/1567079646_vpavic_190131_3213_0046_0.jpg
54. <https://i.ytimg.com/vi/AOQ12Det9nE/maxresdefault.jpg>
55. https://img.psiheya-market.ru/upload/storage/user-326/7_2.jpg
56. <https://avtechnoshop.ru/wp-content/uploads/2019/11/Forte-Data-Gloves-1.jpg>
57. Нестерова, Е. И. Функциональность перчаток, используемых в системах виртуальной реальности / Е. И. Нестерова // Инновационные материалы и технологии в дизайне : Тезисы докладов VI Всероссийской научно-практической конференции с участием молодых ученых, Санкт-Петербург, 26–27 марта 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, 2020. – С. 111-113. – EDN PMXKZF.
58. Безопасное использование виртуальной реальности в образовании // Центр НТИ ДВФУ по VR AR // URL: <https://vc.ru/u/497967-centr-nti-dvfu-po-vr-ar/122758-bezopasnoe-ispolzovanie-virtualnoy-realnosti-v-obrazovanii> (дата обращения: 10.01.2023).
59. Волков К. В., Аксенов С. Г. Применение технологий виртуальной реальности для создания обучающих тренажеров в области пожарной безопасности // Научный журнал «Студенческий форум». – №12. – С. 23-25.
60. <https://flexspace.org/wp-content/uploads/2018/02/8ad5a53d-9319-47dc-bfbb-fe5707fad14f.jpg>
61. Шагиахметова М.Н., Масалимова А.Р. Цифровые симуляторы и виртуальные тренажеры как инструменты практической подготовки будущих учителей начальных классов // Казанский педагогический журнал. – 2022. – №3 (152). – С. 45-52. – DOI 10.51379/KPJ.2022.153.3.005.
62. https://www.eco-medic.ru/i/product_i/22199_5_b.jpg
63. Виртуальные тренажеры-симуляторы в обучении эндоскопических хирургов / А. Т. Джумабеков, А. Ж. Артыкбаев, С. М. Абуов [и др.] // Виртуальные технологии в медицине. – 2020. – № 3(25). – С. 107-108. – DOI 10.46594/2687-0037_2020_3_1222.
64. https://uaomos.news/news/society/v_yuao_proveli_seminar_po_vizualizatsii_v_medicine/
65. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611057 Российская Федерация. «Тренажер «Работа на высоте» с использованием технологий виртуальной реальности» : № 2020668051 : заявл. 28.12.2020 : опубл. 21.01.2021 / С. П. Ворошилов, Г. Е. Седельников, А. Ю. Есипенко, К. В. Попов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Кузбасский межотраслевой центр охраны труда» (ООО «Кузбасс-ЦОТ»).
66. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021617644 Российская Федерация. Виртуальный тренажер запуска и останова холодильной установки : № 2021616911 : заявл. 06.05.2021 : опубл. 18.05.2021 / Е. М. Росляков,

С. Е. Алешичев, И. И. Бриденко, М. А. Макаров.

67. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615327 Российская Федерация. «Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Взрывник»: № 2021614276 : заявл. 29.03.2021 : опубл. 06.04.2021 / С. П. Ворошилов, Г. Е. Седельников, А. Ю. Есипенко, К. В. Попов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Кузбасский межотраслевой центр охраны труда».
68. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615328 Российская Федерация. «Тренажер виртуальной реальности обучения по специальности «Бурильщик шпуров»: № 2021614280 : заявл. 29.03.2021 : опубл. 06.04.2021 / С. П. Ворошилов, Г. Е. Седельников, А. Ю. Есипенко, К. В. Попов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Кузбасский межотраслевой центр охраны труда».
69. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616278 Российская Федерация. Программа «виртуальный тренажер-имитатор освоения, эксплуатации и капитального ремонта скважин»: № 2021615611 : заявл. 20.04.2021 : опубл. 20.04.2021 / М. М. Сусленников ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Санкт-Петербургский инженернопроектный центр».
70. ГУБКИН ЦИФРА // URL: <https://xr.gubkin.ru/tpost/fj9py1ncb1-xi-peterburgskii-mezhdunarodnii-gazovii>
71. САМСОНОВА, В. В., МИТИЧКИН, С. К., ИГРЕВСКИЙ, Л. В., ПЯТИБРАТОВ, П. В., ИБРАГИМОВ, З. Л., ЧУРИН, В. И., & ГОЛУБЯТНИКОВ, Е. А. АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Учредители: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. ИМ Губкина. – №. 12. – С. 49-54.
72. Случанинов, Н. Н. Виртуальные тренажеры как элемент информационных систем инженерного вуза / Н. Н. Случанинов, С. Д. Чижумов // Специальная техника и технологии транспорта. – 2022. – № 14. – С. 348-353.
73. <https://xr.gubkin.ru/>
74. Абрамов, В. И. Цифровые двойники – эффективные инструменты цифровой трансформации компании / В. И. Абрамов, А. А. Туйцына // Управление бизнесом в цифровой экономике : Сборник тезисов выступлений Четвертой международной конференции, Санкт-Петербург, 18–19 марта 2021 года / Под общей редакцией И.А. Аренкова, М.К. Ценжарик. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2021. – С. 33-39.
75. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47168850>
76. Помогаев, Н. Д. Использование технологии цифровых двойников в образовательном процессе: на примере цифрового двойника стада / Н. Д. Помогаев, В. М. Скосырева // Высшее образование для XXI века: Цифровая трансформация общества: новые возможности и новые вызовы : Доклады и материалы XVI Международной научной конференции: в 2 ч. (онлайн-формат), Москва, 18–19 ноября 2020 года. Том

Часть I. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2020. – С. 516-519.

77. <https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya>
78. Дунина, А. А. Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики / А. А. Дунина // Стратегии бизнеса. – 2022. – Т. 10. – № 5. – С. 114-116. – DOI 10.17747/2311-7184-2022-5-114-116.
79. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48544732>
80. Дунина, А. А. Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики / А. А. Дунина // Стратегии бизнеса. – 2022. – Т. 10. – № 5. – С. 114-116. – DOI 10.17747/2311-7184-2022-5-114-116.
81. Денисова, Н. А. Роль технологии цифрового двойника в процессах цифровой трансформации таможенного администрирования / Н. А. Денисова // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. – 2021. – № 3(79). – С. 34-38.
82. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48377028>
83. Арифудин Никита Андреевич ТЕХНОЛОГИЯ «ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ» И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ // StudNet. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-tsifrovyyh-dvoynikov-i-ee-primeneniye-v-protssesse-avtomatizatsii-osnovnyh-protsessov-promyshlennogo-predpriyatiya>
84. http://isicad.ru/uploads/img/25772_3.jpg
85. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662912 Российская Федерация. Программное обеспечение «ОКО ЦД» цифровой системы «Цифровой двойник» геолого-технологической модели месторождения : № 2022662178 : заявл. 28.06.2022 : опубл. 07.07.2022 / С. А. Михайлов, А. А. Скворцов, И. Ф. Фаткиев [и др.] ; заявитель Открытое акционерное общество «Севернефтегазпром».
86. <https://rce40.ru/10-tsifrovyyh-dvoynikov-gorodov/>
87. https://vk.com/video-216240119_456239031
88. Ульянова, Н. Д. Обзор программных продуктов 3D-моделирования / Н. Д. Ульянова, Д. В. Танасогло // Инновационное развитие предпринимательской деятельности региона : Сборник статей международной научно-практической конференции, Брянск, 25 ноября 2021 года. – Брянск: Брянский институт управления и бизнеса, 2021. – С. 37-43. – EDN PLJQQH.
89. <https://forums.autodesk.com/t5/image/serverpage/image-id/659382i0F2DA0F83BE75D55?v=v2>
90. <https://pvtest.ru/wp-content/uploads/5/f/9/5f91590557ca45efa16d8474b9587f81.png>
91. <https://windows10club.ru/wp-content/uploads/2021/03/cinema-4d.jpg>

92. <https://autodesk-maya.ru.softwarewindows.com/images/software-screenshots/autodesk-maya-screenshot-1.png>
93. https://lh4.googleusercontent.com/XPtLpXRwgU4hdUdpWwpbPA9dTUNSP5_5V3Z4q7Sm7OjZeicS-Gqz_n7Vw2Csez85fy8IRZh4M4krlUzgR8seG1eKNSUTV-NlPLeFyhebzZs_hFfHRdpKG-s8nsDQC2rKoGXEDeBn
94. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46574446>
95. Аверин, В. Э. Применение технологии 3D-моделирования, 3D-симуляции и визуализации в строительстве и архитектуре / В. Э. Аверин, Ж. В. Кашина // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2021. – № 1. – С. 10-13. – EDN IOVDIN.
96. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47951429>
97. <https://i.pinimg.com/originals/ee/89/6a/ee896a145ba9cbbbe35666507aa673916.jpg>
98. <https://pvtest.ru/wp-content/uploads/b/0/2/b0265d63304078391baacc873f0bbd76.jpeg>
99. Асанова, Ж. К. Создание методологии для высокоэффективного использования виртуальных лабораторий по неорганической химии / Ж. К. Асанова, Е. Ю. Яровая // Universum: психология и образование. – 2022. – № 3(93). – С. 17-19. – EDN GDZXHN.
100. <https://topobrazovanie.ru/wp-content/uploads/2019/03/laboratornye-raboty.png>
101. Панова, Ю. И. Применение виртуальных лабораторий в обучении химии / Ю. И. Панова // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 32. – С. 1944-1951. – EDN YNLETR.
102. https://vr-labs.ru/wp-content/uploads/2021/03/inorganic-chemistry_02-1620x1080.jpg
103. <https://i.ytimg.com/vi/jcgCUulD29U/maxresdefault.jpg>
104. Гулин, В. М. Виртуальные физические лаборатории - актуальный инструмент обучения в современных условиях / В. М. Гулин, О. Ф. Огнева // Primo Aspectu. – 2022. – № 2(50). – С. 55-60. – DOI 10.35211/2500-2635-2022-2-50-55-60. – EDN QLVSLZ.
105. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616578 Российская Федерация. Виртуальная лаборатория для изучения характеристик двигателя внутреннего сгорания : № 2021615533 : заявл. 13.04.2021 : опублик. 23.04.2021 / А. А. Британ, А. Ю. Сидоров, Л. В. Макуха [и др.] ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет». – EDN IXDVHM.
106. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021660861 Российская Федерация. Лаборатория универсальной токарной и фрезерной обработки в среде виртуальной реальности (VR) : № 2021615879 : заявл. 17.04.2021 : опублик. 02.07.2021 / Р. Э. Асланов, И. А. Артемьев, А. А. Фролов [и др.]. – EDN VXFFLJ.

107. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663424 Российская Федерация. Программа для сборки лабораторных работ в химической лаборатории в виртуальной реальности : № 2022662612 : заявл. 05.07.2022 : опублик. 14.07.2022 / В. В. Катунин, Д. В. Извеков, М. А. Собко [и др.]. – EDN RFFFJR.
108. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661124 Российская Федерация. Виртуальные лаборатории для электронных информационно-образовательных систем на примере кафедры «Информатика и вычислительная техника» : № 2022660456 : заявл. 09.06.2022 : опублик. 15.06.2022 / Э. Д. Алисултанова, Н. А. Моисеенко, М. Р. Тасуева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова». – EDN XNTUVH.
109. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661258 Российская Федерация. Физическая лаборатория в виртуальной реальности : № 2022660330 : заявл. 01.06.2022 : опублик. 17.06.2022 / Д. А. Егоров. – EDN IXEBBQ.
110. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022618753 Российская Федерация. Виртуальная лаборатория «Техническое обслуживание и ремонт узлов и агрегатов БМП-2» : № 2022617934 : заявл. 27.04.2022 : опублик. 13.05.2022 / Р. Р. Григорьев, М. А. Соловьев, Д. С. Батраков, Н. А. Лизандер ; заявитель ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ КАЗЕННОЕ ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ВЫСШЕЕ ОБЩЕВОЙСКОВОЕ КОМАНДНОЕ ОРДЕНА ЖУКОВА УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ МАРШАЛА СОВЕТСКОГО СОЮЗА К.К. РОКОССОВСКОГО» МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. – EDN ROQVIK.
111. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665186 Российская Федерация. Виртуальная лаборатория : № 2021664477 : заявл. 19.09.2021 : опублик. 21.09.2021 / И. А. Карпов, К. С. Чиркунов, Д. Н. Медведев [и др.] ; заявитель Публичное акционерное общество «Газпром нефть». – EDN XEPKCS.
112. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022610250 Российская Федерация. Программа вращения объектов для виртуальной лаборатории Газпром : № 2021681153 : заявл. 20.12.2021 : опублик. 10.01.2022 / Д. В. Казаков, М. Д. Лихолетов, А. А. Дроздов, В. Б. Семеновский ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». – EDN HEXEQF.
113. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681856 Российская Федерация. Программа подсказок для виртуальной лаборатории Газпром : № 2021681079 : заявл. 20.12.2021 : опублик. 27.12.2021 / Д. В. Казаков, М. В. Болсуновская, А. А. Дроздов, В. Б. Семеновский ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». – EDN JJSITX.
114. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681565 Российская Федерация. Программа сценариев для виртуальной лаборатории Газпром : № 2021681120 : заявл. 20.12.2021 : опублик. 23.12.2021 / А. О. Купцов, Д.

В. Тихонов, Е. М. Разинкина [и др.] ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». – EDN TCJVED.

115. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021681621 Российская Федерация. Программа интерактивных объектов для виртуальной лаборатории Газпром : № 2021681118 : заявл. 20.12.2021 : опубл. 23.12.2021 / Д. В. Казаков, Д. В. Тихонов, Е. М. Разинкина [и др.] ; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». – EDN IZOFAG.
116. https://gkz-rf.ru/sites/default/files/news_docs/vashkevich_aa.pdf
117. <https://i.gzn.jp/img/2019/01/08/htc-vive-pro-eye/b05.jpg>
118. <https://courses.vrta.academy/wp-content/uploads/2018/12/vpl-768x432.png>
119. https://cdn21.img.ria.ru/images/07e6/09/0e/1816718399_0:0:3072:1728_1920x0_80_0_0_77412bf8200f2c7fa47d419134551b9e.jpg.webp
120. https://s0.rbk.ru/v6_top_pics/resized/640xH/media/img/2/47/756617858392472.jpeg
121. <https://sberuniversity.ru/upload/iblock/0e7/1216.jpg>
122. https://cdn.iz.ru/sites/default/files/styles/900x506/public/article-2022-01/377939_0.jpg?itok=v0p8dwsZ
123. <https://www.br-automation.com/fileadmin/1556458402289-de-html-1.0.jpg>
124. <https://выкса.рф/uploads/posts/2022-10/vr2.jpg>
125. <https://iot.ru/upload/iblock/813/ebypvqnsom9ukw2jdtwga20w9mnwh83z.png>
126. <https://cdnstatic.rg.ru/uploads/images/221/53/90/Sc40.png>
127. https://gorod-plus.tv/media/photos2/all/101019_875x_q75.jpg
128. https://cdn21.img.ria.ru/images/07e6/09/0_0_1_6a5be987.jpg.webp
129. <https://filin.pro/wp-content/uploads/2021/07/3-1.jpg>
130. <https://mixr.ru/wp-content/uploads/2020/12/militar.jpeg>
131. <https://zondnews.ru/upload/ps4/2018-12-20/b887fbf68a257cb88122fd6fbca31bed.jpg>
132. https://cdn21.img.ria.ru/images/07e6/01/11/1768269880_0:170:2774:1730_1280x0_80_0_0_3922074ffa8dcfb2364cf9c05c3bca93.jpg
133. <https://telegra.ph/file/3ef54618366ce360fed6b.jpg>
134. https://cdn21.img.ria.ru/images/07e6/00_5dfd34bb1cb.png

135. <https://mixr.ru/2022/08/10/among-us-sensorama/>

136. <https://mixr.ru/2020/09/08/rosatom-provedet-yadernye-ispytaniya-v-vr-na-dalнем-vostoke/>

