УДК 621.01

В.В. Яхричев
Вологодский государственный университет

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В статье представлены примеры использования современных инструментов виртуальной и дополненной реальности с анализом возможности их применения на машиностроительных предприятиях Вологодской области. Результатом исследования является методика применения 3D-конструкторской документации предприятий для повышения уровня безопасности производственных процессов. Работа велась в рамках выполнения государственного научного гранта Вологодской области.

Виртуальная и дополненная реальность, производственные процессы, технология машиностроения, САПР, состав изделия, инверсная кинематика.

Виртуальная реальность (virtual reality, VR) и дополненная реальность (augmented reality, AR) представляют собой модель реальности, созданную техническими средствами, объекты и субъекты которой воспринимаются человеком через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание. В настоящее время технологии VR/AR разрабатываются и могут применяться практически во всех сферах деятельности человека: образовании, науке и технике, медицине, строительстве и архитектуре, маркетинге и рекламе. Бурное развитие технологий VR/AR характерно для индустрии развлечений, однако огромный потенциал они имеют для науки, образования, промышленности и медицины. Первыми стали применять VR/AR для повышения уровня безопасности в атомной энергетике при обслуживании «горячей зоны» реакторов, т.к. находиться там даже в специальной экипировке можно было ограниченное время. Анализ действий специалиста в виртуальной реальности позволял оптимизировать сценарий действий и снизить риски.

Актуальность и значимость работы для Вологодской области подтверждается теми задачами, которые определены в Стратегии социально-экономического развития Вологодской области на период до 2030 года: создание условий для разработки и развития приоритетных направлений развития науки и техники, перспективных и критических технологий в целях перевода промышленности региона в стадию шестого технологического уклада; развитие рынков высокотехнологичных и наукоемких услуг; создание сети цифровых платформ для проведения исследований и разработок в области цифровой экономики.

На сегодняшний день технологии VR/AR стали источником технологических возможностей и способствуют не только созданию концептуально новых рынков, но и расширению уже имеющихся [4].

Модель смешанной (гибридной) реальности, или континуума реальности-виртуальности, впервые описана в 1994 году [2]. Принципиальное различие между виртуальной и дополненной реальностями состоит в том, что виртуальная реальность конструирует цифровой мир, полностью ограничивая доступ пользователя к реальному миру, а дополненная реальность лишь добавляет элементы цифрового мира в реальный, видоизменяя пространство вокруг пользователя.

В человеческом мозге нейроны реагируют на виртуальные элементы так же, как и на элементы реального мира. Поэтому человек воспринимает виртуальную среду и реагирует на происходящее внутри виртуального мира точно так же, как на события имеющие место в реальности [1].

Применение технологий VR позволяет при разработке новой продукции максимально исключить дорогостоящие операции по созданию физического макета, особенно в натуральную величину, всесторонне проанализировать вопросы эргономики будущего объекта, оценить компоновку входящих в него узлов и деталей. Немаловажным аспектом при проектировании нового изделия является также дизайн и эстетические характеристики формы и содержания продукта. Решение перечисленных выше задач с применением VR позволяет максимально эффективно и быстро обеспечить выпуск новой продукции.

В технологической подготовке производства наибольшее значение приобретает другая технология: использование контента и оборудования дополненной реальности позволяет разрабатывать технологические инструкции, максимально приближенные к реальному процессу изготовления и сборки изделия. К окружающей действительности (комплект деталей сборки, оснастка, оборудование) добавляется информация, иллюстрирующая (моделирующая) технологические операции над реальными объектами.

Применение в системах VR/AR инверсивной кинематики применительно к пользователю, с полным контролем положения всех органов человеческого тела, с использованием систем трекинга, позволяет выйти на новый уровень подготовки и управления производственными процессами.

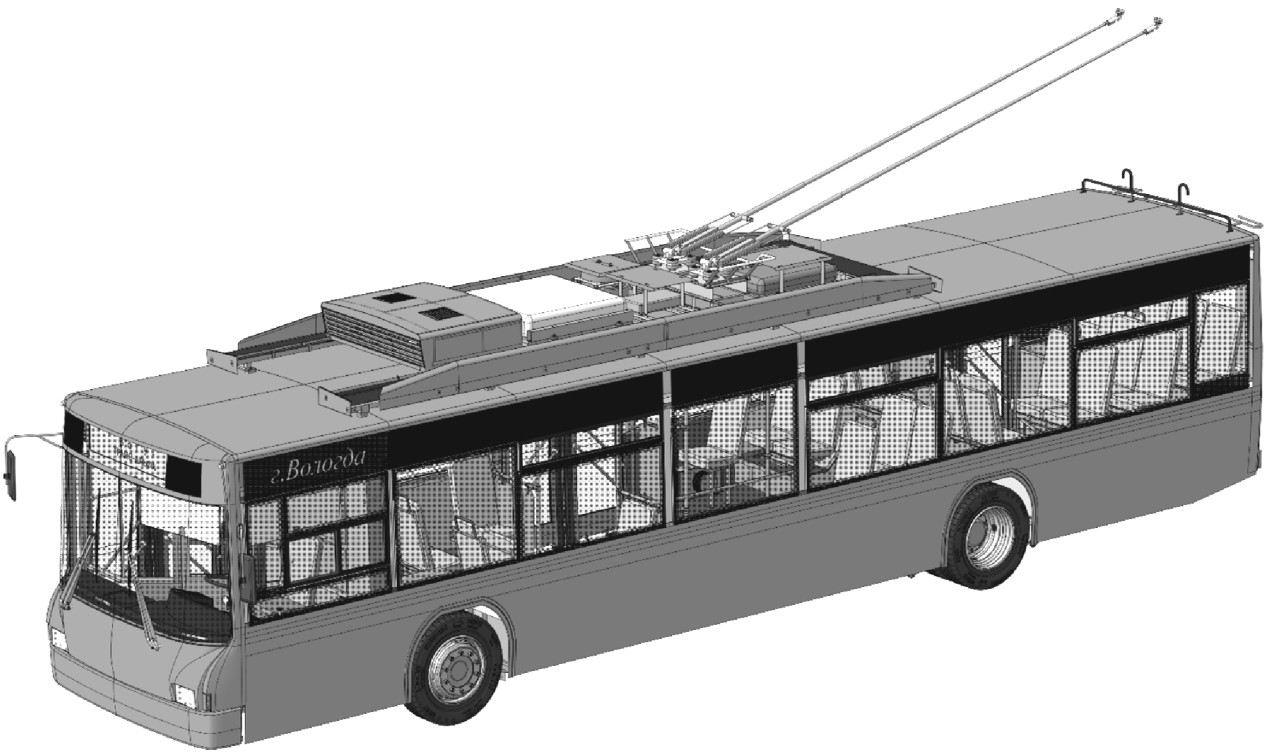

Рис. 1. Цифровая модель макета троллейбуса АО Транс-Альфа

Машиностроительные предприятия Вологодской области последовательно реализуют внедрение цифровых технологий на основе САПР продуктов [3]. Комплексное применение идеологии CAD/CAM/CAPP/CAE находится в стадии становления, но отдельные компоненты процесса нашли широкое применение на предприятиях всех уровней. Накопленный опыт и рост компетенций позволяют говорить о необходимости перехода к освоению новых цифровых технологий, в частности таких, как виртуальная и дополненная реальность.

Методика, предложенная в данной статье, базируется на предположении о том, что на предприятиях машиностроительной отрасли подготовка производства начинается с компьютерного моделирования будущего изделия. На рисунке 1 представлен макет троллейбуса. В системах автоматизированного проектирования разрабатывается цифровой макет, состоящий из деталей и узлов. Помимо использования информационной 3D-модели цифрового макета для разработки конструкторской и технологической документации традиционно в 2D-формате, можно использовать цифровой макет в специальном программном обеспечении для взаимодействия с ним в VR/AR. Многие современные системы автоматизированного проектирования уже предлагают такие инструменты. Также можно воспользоваться сторонними инструментами.

Разработчики отечественных систем САПР, такие как ТОП Системы (T-FLEX CAD) и компания АСКОН (Компас-3D), пошли каждый своим путем. В систему T-FLEX CAD с 2016 года интегрирован модуль VR/AR-приложения, который по заявлениям разработчиков позволяет не только просматривать объект производства, но и выполнять процедуры проектирования не выходя из VR. Компания же АСКОН поддержала разработчика приложения VRConcept, заключив с ним договор о сотрудничестве и позволив использовать для виртуального моделирования математический аппарат геометрического ядра собственной разработки C3D.

Для импорта в VRConcept можно использовать специальный формат файлов 3D-моделей из Компас-3D (тип файлов с расширением c3d) от компании АСКОН. Этот формат оказался очень удачным. Даже большие 3D-сборки, состоящие из нескольких тысяч моделей, импортируются в VRConcept в очень компактном и легком размере для дальнейшего манипулирования в VR/AR. На рисунке 2 изображен салон троллейбуса, импортированный в VRConcept из Компас-3D. Пользователь VRconcept, находясь в виртуальной реальности и взаимодействуя с объектом 3D, получает самое точное представление о степени проработанности изделия, может снять размеры интересующих объектов, исследовать неточности построения и сборки изделия.

Еще более интересным объектом в изучении стал блок-трансформер, спроектированный инжиниринговым центром ВоГУ (рис. 3) в сотрудничестве с предприятием АО «СКДМ».

На рисунке 4 представлен вид модели в виртуальной реальности. На рисунке 5 представлен кадр открывания пользователем двери блок-трансформера.

Отличительная особенность данного блок-трансформера заключается в механизме трансформации изделия из транспортного положения в эксплуатационное.

Все панели блока: крыша, стены и пол закреплены на основании шарнирно и сборка/разборка домика происходит с минимумом техники и без специального

оборудования. В виртуальной реальности появляется прекрасная возможность отработать все нюансы операции сборки, а также демонтажа здания еще на стадии проектирования. При традиционных способах проектирования, а также применении только штатных средств 3D-моделирования, с учетом того, что пространственно конструкция изделия сильно меняется в разных состояниях, нельзя быть уверенным, что все особенности учтены и при сборке/разборке изделия уже на этапе изготовления не придется исправлять конструктивные ошибки.

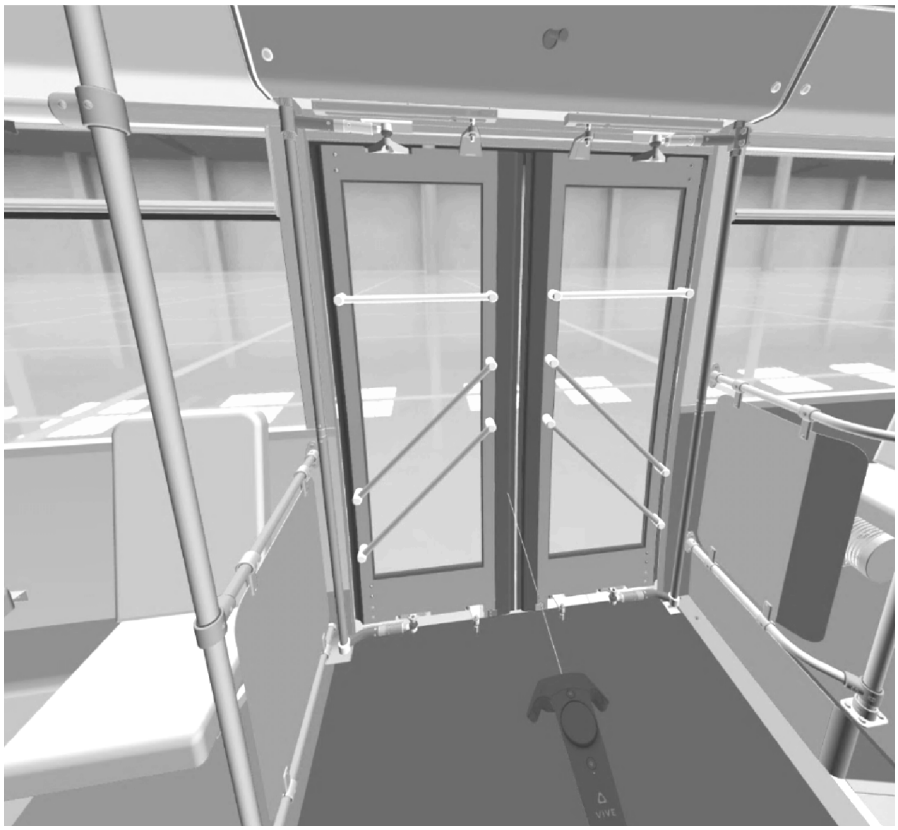

Рис. 2. Модель макета троллейбуса в VR.
В центре виртуальное представление контроллера HTC Vive Pro
для взаимодействия с VR контентом

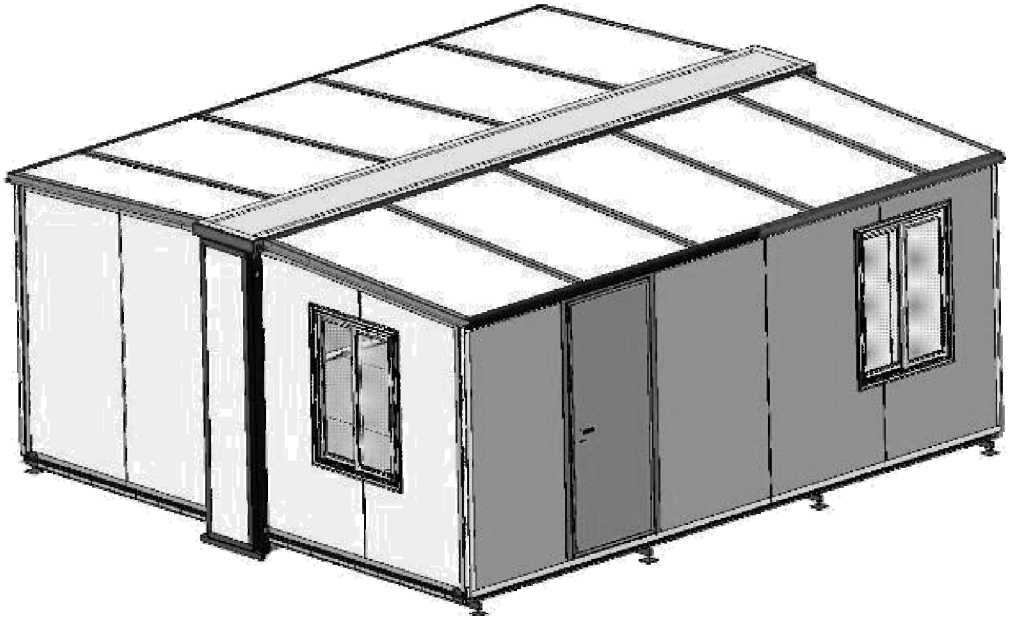

Рис. 3. Цифровая модель макета блок-трансформера

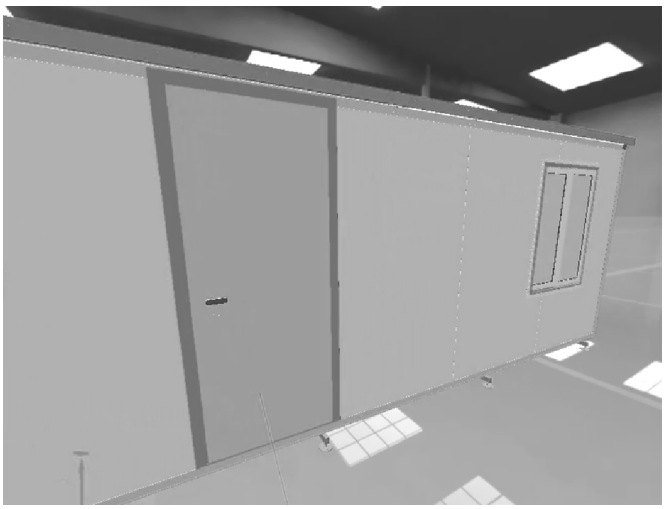

Рис. 4. Вид цифровой модели макета блок-трансформера в VR

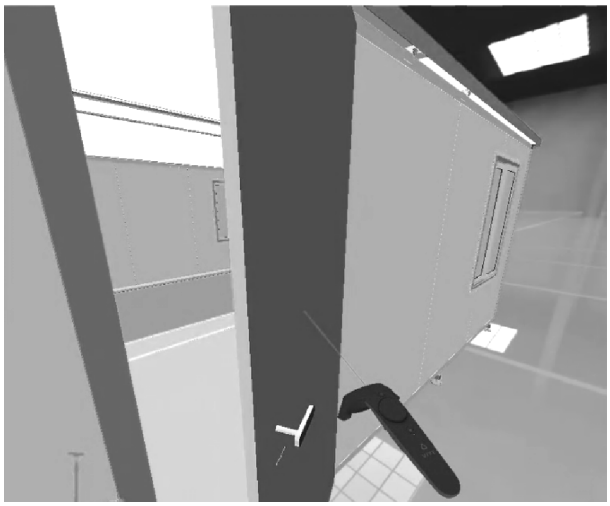

Рис. 5. Использование виртуального контроллера HTC Vive Pro для открытия двери блок-трансформера в VR

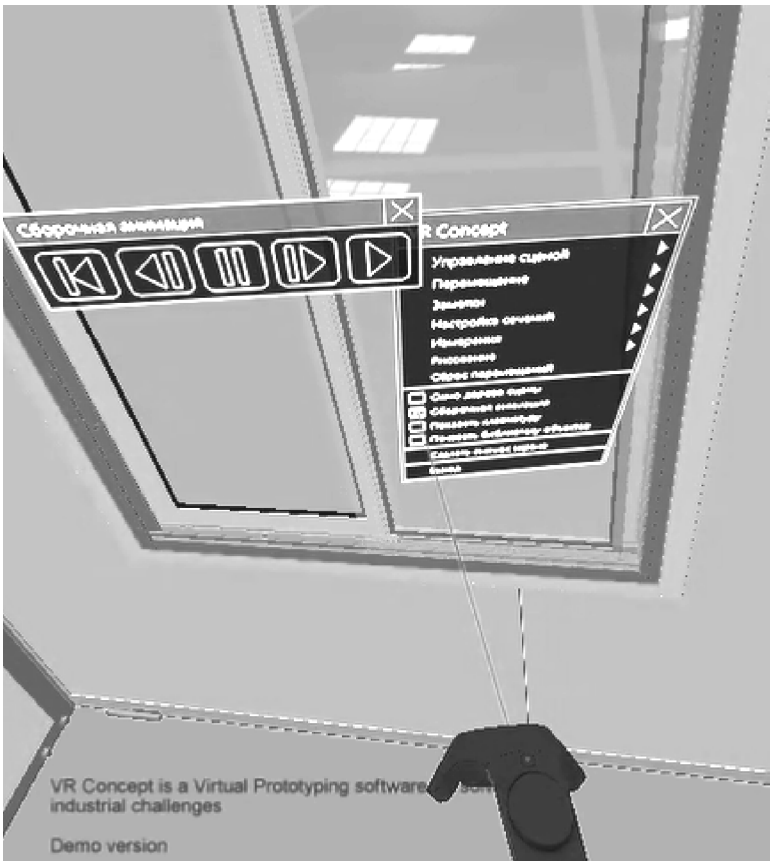

Рис. 6. Использование виртуального контроллера HTC Vive Pro для анимации открывания сдвижного окна блок-трансформера в VR

Возможность оценить будущее изделие максимально приближенна к условиям реального мира, которая предоставляется виртуальной реальностью, безусловно повышает не только качество продукта, но и уровень безопасности производственных процессов. Появляется уникальная возможность отработать все элементы технологии изготовления и сборки изделия. Иллюстрация операции анимации открывания окна в блоке представлена на рисунке 6.

Процесс сворачивания стеновых панелей блок-трансформера иллюстрирует рисунок 7. Пользователь максимально приближенно к реальности взаимодействует с объектом, контролируя в процессе все нюансы: наличие препятствий, точность перемещения, трудности с доступом к отдельным деталям и узлам.

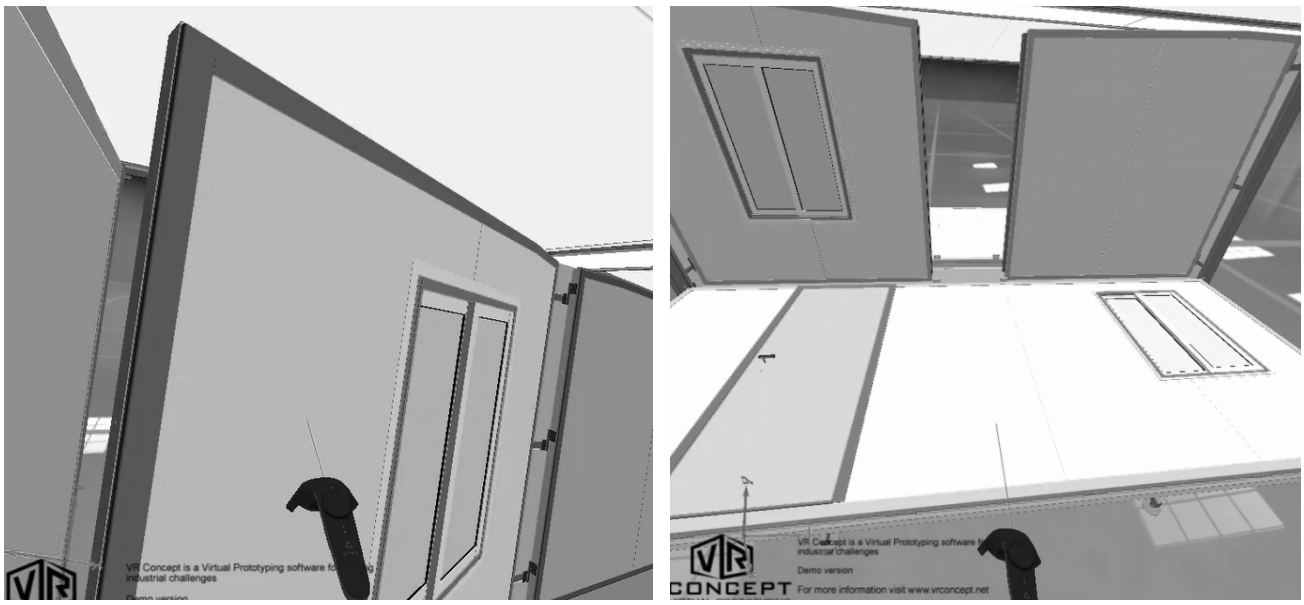

Рис. 7. Использование виртуального контроллера HTC Vive Pro для имитации процесса сворачивания стеновых панелей

Рис. 8. Вид из кабины козлового крана в VR

В качестве объектов виртуальной реальности могут выступать самые разные предметы. Например, модель козлового крана предприятия «КранСтрой-Монтаж» (рис. 8). Для учета всех эргономичных параметров рабочего места машиниста козлового крана можно «заглянуть» в кабину крана.

Для реалистичности объект размещается на фоне естественного ландшафта, задаются особенности освещённости площадки. Можно оценить удобство размещения объектов управления, обзор строительной площадки из кабины крана, учесть все особенности маршрута машиниста к его рабочему месту.

В заключение можно сказать, что технологии виртуальной и дополненной реальности уже на данном этапе развития производственных процессов машиностроительных предприятий Вологодской области могут с успехом применяться для повышения качества продукции, снижения сроков подготовки производства и повышения уровня безопасности процессов. Одним из главных условий применения VR/AR в производственных процессах является подробное геометрическое описание как собственно самого объекта производства, так и окружающей обстановки. Практически на всех машиностроительных предприятиях Вологодской области имеется банк данных 3D-описаний производимой продукции. Совместно с применением технологий получения пространственных моделей производственных площадок, например с помощью технологий 3D-сканирования, можно говорить о наличии главных факторов успешного применения инструментов виртуальной и дополненной реальности.

В ходе работы были достигнуты следующие научно-практические результаты:

1. Проведена предварительная оценка производственных процессов машиностроительных предприятий Вологодской области с точки зрения применимости VR/AR.

2. Разработана методика создания базы необходимого контента VR/AR для описания производственных процессов предприятий.

Литература

1. LaValle, S. M. Virtual Reality / S. M. LaValle. – University of Illinois. [S. l.:] Cambridge University Press. – 2017. – 418 p. – URL: http://vr.cs.uiuc.edu/vrbook.pdf (дата обращения: 04.02.2020).

2. Milgram, P. A Taxonomy of mixed reality visual Displays / P. Milgram, F. Kishino // IEICE Transactions on Information and Systems. Vol E77-D. – 1994. – № 12. – P. 1321–1329.

3. Булавин, В. Ф. Политика цифровых технологий на малых машиностроительных предприятиях / В. Ф. Булавин, В. В. Яхричев, А. С. Степанов. – DOI: 10.18698/0536-1044-2019-9-35-45 // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 9. – С. 35–45.

4. Трачук, А. В. Инновации и производительность российских промышленных компаний / А. В. Трачук, Н. В. Линдер // Инновации. – 2017. – № 4 (222). – С. 53–65.

V.V. Yakhrichev

IMPROVEMENT OF THE SAFETY LEVEL OF MECHANICAL ENGINEERING PRODUCTION PROCESSES BY VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

The article presents examples of the use of virtual and augmented reality (VR/AR) tools with an analysis of the possibility of their use in engineering enterprises of Vologda region. The result of the study is the methodology for using 3d design documentation of enterprises to increase the level of production processes safety. The work is the part of the state scientific grant of Vologda region.

Virtual and augmented reality, production processes, engineering technology, CAD, product composition, inverse kinematics.