

DOI 10.23859/1994-0637-2019-1-88-2

УДК 81/1

© Ершов Е. В., Виноградова Л. Н.,
Челнокова С. В., Мартюгов А. С., 2019

Ершов Евгений Валентинович

Доктор технических наук, профессор,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: evershov@mail.ru

Ershov Evgeniy Valentinovich

Doctor of Technical Sciences (Engineering),
Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: evershov@mail.ru

Виноградова Людмила Николаевна

Кандидат технических наук, доцент,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: lvinogradova@bk.ru

Vinogradova Lyudmila Nikolayevna

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: lvinogradova@bk.ru

Челнокова Светлана Викторовна

Инженер-программист,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: s-cheln@yandex.ru

Chelnokova Svetlana Viktorovna

Engineer-programmer,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: s-cheln@yandex.ru

Мартюгов Артем Сергеевич

Магистрант,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: martyugov@bk.ru

Martyugov Artem Sergeevich

PhD student
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: martyugov@bk.ru

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕР
ДЛЯ УСТАНОВКИ И СНЯТИЯ
ДЕТАЛИ СО СТАНКА ДИП-400**

**COMPUTER SIMULATOR
FOR INSTALLATION
AND REMOVING OF PART
FROM MACHINE DIP-400**

Аннотация. В статье представлено описание компьютерного тренажера, предназначенного для отработки действий и получения навыков выполнения наиболее опасных операций по установке и снятию тяжелых и громоздких деталей – валков прокатных станов. Программный комплекс включает в себя три подсистемы: «Вход в компьютерный тренажер», «Сцена», «Просмотр результата». Описаны процессы трехмерного моделирования и анимации. Приведены трехмерные модели цеха и станка ДИП-400.

Abstract. The article describes the work of a computer simulator in training actions and acquiring skills in the most dangerous operations of the installation and removing of heavy and bulky parts – mill rolls. The program complex consists of three subsystems: “Computer simulator log-in”, “Scene”, “View of result”. The authors of the article describe the processes of three-dimensional modeling and animation and show three-dimensional models of the workshop and machine DIP-400.

Ключевые слова: компьютерный тренажер, обучение, оператор, станок, программный комплекс, 3D-модель, анимация

Keywords: computer simulator, training, operator, machine, software system, 3D model, animation

Введение

В последнее время подготовка персонала привлекает все большее внимание руководителей организаций. От ее качества зависит успех любой фирмы, поэтому разрабатываются и внедряются новые технологии, системы обучения для оценки и повышения уровня подготовки сотрудников. В современной образовательной практике используются: инструктажи, мастер-классы, тренинги, компьютерные тренажеры и стенды [3].

Актуальность разработки компьютерных тренажеров выражается в двух тенденциях последних лет. Во-первых, ощущается потребность качественного улучшения подготовки операторов, которая вызвана постоянным усложнением технологических процессов и появлением новых информационных систем управления. Во-вторых, постоянно развивающиеся информационные технологии предоставляют отличную возможность для разработки принципиально новых обучающих систем, которые приходят на замену традиционным методикам подготовки персонала [1].

Обучение персонала на имеющемся производственном оборудовании зачастую неоправданно затратное и опасное из-за риска получения травмы. В то же время компьютерная симуляция лишена этих недостатков и позволяет безопасно и наглядно ознакомить начинающего специалиста с производственным оборудованием. Кроме того, приобрести компьютерный симулятор зачастую дешевле, чем выделить реальную производственную единицу для обучения. В настоящее время наиболее востребованным способом обучения и аттестации сотрудников, работающих в металлургической промышленности, является имитация производственного процесса или его части в виде компьютерного тренажера.

Основная часть

Целью разработки компьютерного тренажера является создание инструментального средства, позволяющего получить эффект максимальной включенности в рабочий процесс на промышленной площадке и сконцентрироваться на формировании наиболее важных производственных навыков и безопасном выполнении сложных технологических операций.

Цех – это промышленная площадка, на территории которой осуществляются производственные процессы, в частности обработка роликов на универсальном токарном станке ДИП-400 (модель М16К40Ф101). Станок ДИП-400 широко распространен на промышленных предприятиях и позволяет выполнять разнообразные токарные работы, включая точение конусов, а также нарезание метрической, модульной и дюймовой резьбы в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Комплекс сопутствующих мер безопасности при подготовке, во время работы и по окончании производственного процесса обработки ролика регламентирован и используется при проверке действующих и обучающихся сотрудников на профессиональное соответствие. Для проверки уровня профессиональной компетенции оператора предлагается программный продукт с автоматизированным аудитом, позволяющий фиксировать результат в электронной и печатной форме.

Процедуры обучения и тестирования проходят при автоматизированном контроле, человеческий фактор оценки действий перестает быть определяющим, что повышает качество обучения и тестирования. Фатальные и потенциально опасные

ситуации прорабатываются в виртуальном пространстве, что не ведет к реальным человеческим и производственным потерям.

В процессе обучения будущий оператор должен усвоить необходимые профессиональные знания (например, о порядке работ и технике безопасности при установке заготовки на токарный станок и пр.); научиться своевременно, точно, в соответствии с ситуацией осуществлять требуемые технологические операции, оценивая фактическое протекание процесса и выбирая из возможных действий наиболее эффективные, направленные на решение поставленной задачи.

Тренажер представляет собой программное решение (рис. 1), позволяющее выполнять производственные процессы на компьютере без непосредственного контакта с реальными объектами. Динамика процессов реализуется посредством компьютерной анимации – комплекса методов отображения каких-либо объектов во времени. Процессы формирования понятий при помощи анализа, сравнения, выделения существенных признаков и других логических операций воспроизводятся специалистом, разрабатывающим анимацию, в образной форме и интерактивно выводятся на дисплей компьютера в строго определенных последовательностях [4].



Рис. 1. Схема процесса обучения с помощью компьютерного тренажера

Аппаратная составляющая тренажера – это персональный компьютер, обладающий достаточной для воспроизведения 3D-графики вычислительной мощностью и оснащенный качественными устройствами ввода/вывода информации.

Программная составляющая – это математически обоснованная виртуальная модель, включающая в себя систему графической визуализации, звуковое сопровождение и текстовую информацию. Ввод и вывод информации осуществляется согласно разработанному алгоритму – программному коду виртуальной модели.

В процессе обучения пользователь проходит основные этапы познавательной деятельности:

- восприятие, первоначальное знакомство;
- осмысление, закрепление, контроль знаний;

– формирование профессионально-ориентированных умений и навыков, развитие интуиции.

Программный комплекс для установки и снятия детали со станка ДИП-400 обеспечивает выполнение таких основных функций, как: фиксация на объектах и подобъектах; активация объектов и подобъектов; вывод текстового шумового предупреждения при нарушении инструкции; вывод текстового сообщения, содержащего информацию об объектах (подобъектах) или о дальнейших действиях; анимация объектов и подобъектов; движение рук вправо, влево, вверх, вниз; движение головы вправо, влево, вверх, вниз; ввод данных пользователем; вывод результатов. Программный комплекс включает в себя три подсистемы:

- «Вход в компьютерный тренажер»;
- «Сцена»;
- «Просмотр результата».

Модуль «Вход в компьютерный тренажер» отвечает за отображение полей ввода данных и передачу их в подсистему «Просмотр результата». Модуль «Просмотр результатов» позволяет ознакомиться со своим результатом и просмотреть ошибки, модуль «Сцена» – пройти тестирование. Данная подсистема разделена на четыре модуля (“Area”, “Crane”, “Machine”, “Player”), которые обеспечивают взаимодействие пользователя с объектами.

Модуль “Area” позволяет взаимодействовать пользователю с объектами цеха, модуль “Crane” – с краном, модуль “Machine” – со станком. Модуль “Player” отвечает за перемещения персонажа и выход из окна тестирования.

В качестве программных инструментов для реализации тренажера были использованы: программа трехмерной компьютерной графики 3DMax [2]; межплатформенная среда разработки компьютерных игр Unity 3D; интегрированная среда разработки приложений MS Visual Studio на языке C#.

При создании 3D-модели цеха использовался подход к моделированию на основе стандартных объектов. То есть все подобъекты модели цеха представляют собой геометрические примитивы, которые переопределены в 3DMax. Основная часть цеха состоит из параллелепипеда (“Box”) и включает в себя стены, опоры, лестницу, перила, шкафчики (рис. 2).



Рис. 2. Цех (вид внутри)

Рабочая зона включает в себя следующие объекты: стойки со стропами; стенды с информацией, выполненные с помощью стандартных примитивов и модификаторов. При разработке модели стеллажа для роликов использовались сплайновые примитивы, представляющие собой такой же рабочий материал, как и простейшие трехмерные объекты. В конечном счете создание модели при помощи сплайнов сводится к построению сплайнового каркаса, на основе которого создается трехмерная геометрическая поверхность.

Модель станка ДИП-400 включает в себя следующие примитивы: стандартные (“Box”, “Cylinder”, “Sphere”) и сплайновые (“Line”, “Helix”). 3D-модель станка представлена на рис. 3.

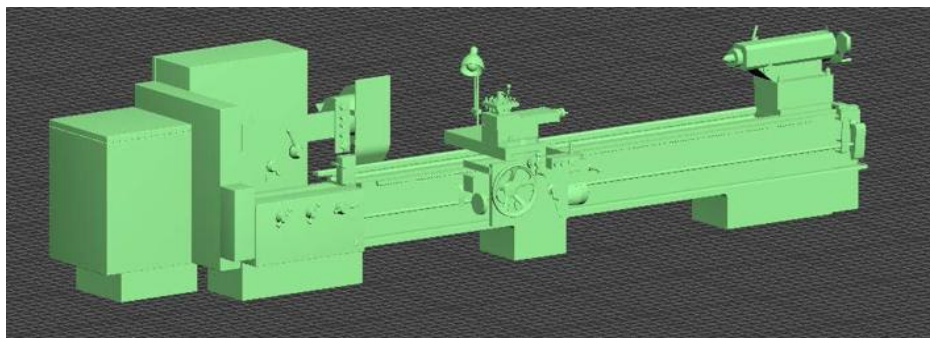


Рис. 3. Станок ДИП-400

Чтобы использовать полученные 3D-модели в разрабатываемом компьютерном тренажере, их нужно экспортировать в формат *.fbx, содержащий 3D-геометрию объектов, т.е. позицию каждой вершины, ее нормаль, а также параметры, которые создают полигоны.

Система анимации в межплатформенной среде разработки Unity [5] позволяет создавать великолепно анимированные персонажи и объекты. Эта система основана на концепции анимационных клипов, содержащих информацию о том, как определенные объекты должны менять свое положение, поворот или другие свойства с течением времени. Каждый клип можно рассматривать как одну линейную запись. Анимационные клипы объединяются в структурированную блок-схему, называемую Animator Controller. Unity имеет богатую и сложную систему анимации, что обеспечивает:

- легкий рабочий процесс и настройку анимации для всех элементов Unity, включая объекты, символы и свойства;
- поддержку импортированных анимационных клипов и эффектов анимации, созданных в Unity;
- способность перенести анимацию с одного персонажа на другой;
- упрощенный рабочий процесс для выравнивания клипов анимации;
- удобный предварительный просмотр анимационных клипов, переходов и взаимодействий между ними;
- управление сложными взаимодействиями с помощью инструмента визуального программирования;

- анимацию различных частей тела с различной логикой;
- функции слоев и маскировки.

Выводы

Проведено тестирование программного обеспечения с помощью полной интегрированной системы с целью проверки ее соответствия исходным требованиям. В ходе тестирования были обнаружены и исправлены ошибки. Результаты проведенных исследований показали, что разработанное программное обеспечение соответствует требованиям, предъявляемым к компьютерным тренажерам.

Испытания компьютерного тренажера для установки и снятия детали со станка ДИП-400 проводились на кафедре математического и программного обеспечения ЭВМ Института информационных технологий Череповецкого государственного университета.

Результаты проведенных исследований подтвердили возможности программного комплекса для получения и совершенствования навыков установки и снятия тяжелых и громоздких деталей (валков прокатных станов), показали его эффективность при внедрении технологических инструкций безопасного выполнения операций с режимами самопроверки и автоматизированной проверки знаний, полученных работниками.

В дальнейшем предполагается расширение функциональных возможностей компьютерного тренажера путем добавления в него новых операций (получение нарядодопуска, подготовка рабочего места и т.д.) и использования устройств визуализации (3D-очки, 3D-шлемы).

Литература

1. Андреев А. А., Солдаткин В. И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 1999. 196 с.
2. Горелик А. Г. Самоучитель. 3ds Max 2018. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 528 с.
3. Компьютерный тренажер для обучения операторов технологических процессов // Молодежный научный форум: Технические и математические науки. М.: МЦНО, 2013. № 4(4). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4\(4\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4(4).pdf)
4. Купер А. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: Питер, 2018. 720 с.
5. Хокинг Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. СПб.: Питер, 2016. 336 с.

References

1. Andreev A. A., Soldatkin V. I. *Distantsionnoye obuchenie: sushchnost', tekhnologiya, organizatsiya* [Distance learning: essence, technology, organization]. Moscow: Moscow State University of Economics, Statistics and Computing, 1999. 196 p.
2. Gorelik A. G. *Samouchitel'. 3ds Max 2018* [Self-teacher. 3ds Max 2018]. St Petersburg: BHV-Petersburg, 2018. 528 p.
3. *Kompyuternyy trenazher dlya obucheniya operatorov tekhnologicheskikh protsessov* [Computer simulator for training process operators]. *Molodezhnyy nauchnyy forum: Tekhnicheskkiye i matematicheskkiye nauki* [Youth Science Forum: Technical and Mathematical Sciences]. Moscow: MCFCME, 2013, no. 4 (4). Available at: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4\(4\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4(4).pdf)

4. Kuper A. *Interfejs. Osnovy proektirovaniya vzaimodejstviya* [Interface. Basics of interaction design]. St Petersburg: Pieter, 2018. 720 p.

5. Hawking J. *Yuniti v dejstvii. Multiplatformennaya razrabotka na C#* [Unity in action. Multiplatform Game development in C#]. St Petersburg: Pieter, 2016. 336 p.

Для цитирования: Ершов Е. В., Виноградова Л. Н., Челнокова С. В., Мартюгов А. С. Компьютерный тренажер для установки и снятия детали со станка ДИП-400 // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. № 1 (88). С. 20–26. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-1-88-2

For citation: Ershov E. V., Vinogradova L. N., Chelnokova S. V., Martyugov A. S. Computer simulator for installation and removing of part from machine DIP-400. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2019, no. 1 (88), pp. 20–26. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-1-88-2