**Из подтитульника**

УДК 004.4

**Руководитель ВКР: к.т.н., доцент С.Б. Плотников**

**Консультант ВКР: старший преподаватель, И.В. Белоусова**

А.А. Московка. Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки бакалавров 09.03.04 «Программная инженерия» на тему «Стартап "Обучающее ПО по работе со стерильным помещением: Симуляция химической лаборатории с использованием фотореалистичный трехмерных клонов"»: М. 2023 г., МИРЭА – Российский технологический университет, Институт информационных технологий (ИТ), кафедра Инструментального и Прикладного Программного Обеспечения (ИиППО) – стр. 60, рис. 17, табл. 6, ист. 47 (в т.ч. 4 на англ. яз.), прил. 4.

Ключевые слова: СИМУЛЯЦИЯ, ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫЙ ТРЕХМЕРНЫЙ КЛОН, ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ХИМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ, СТЕРИЛЬНАЯ КОМНАТА.

Объект исследования – симуляция химической лаборатории для обучения пользователей правилам взаимодействия с ней.

Предмет исследования – симуляционное ПО, имитирующее процессы и поведение специалиста в химической лаборатории.

Цель работы – прототипирование, разработка и тестирование симуляционного модуля, использующего фотореалистичные трехмерные клоны.

В ходе работы был проведен краткий анализ предметной области и обзор аналогичных технических реализаций и симуляторов. Методом сравнительного анализа были определены перспективные решения и реализация требуемого обучающего ПО, включая визуальную составляющую, симулируемые процессы и поведение пользователя в виртуальной среде. Рассмотрены процесс моделирования трехмерных клонов, прототипирования и разработки симуляции, используемый программно-технический инструментарий и среды разработки и моделирования.

Результатом работы является цифровая симуляция химической лаборатории, в работе с которой пользователь взаимодействует с правдоподобными трехмерными клонами химического оборудования и элементами окружения виртуальной химической лаборатории.

The object of research is a simulation of a chemical laboratory for teaching users the rules of interaction with it.

The subject of the study is simulation software that simulates the processes and behavior of a specialist in a chemical laboratory.

The purpose of the work is prototyping, development and testing of a simulation module using photorealistic 3D clones.

In the course of the work, a brief analysis of the subject area and a review of similar technical implementations and simulators were carried out. The benchmarking method identified promising solutions and implementation of the required training software, including the visual component, simulated processes and user behavior in a virtual environment. The process of modeling three-dimensional clones, prototyping and development of simulation, the software and hardware tools used and the development and modeling environments are considered.

The result of the work is a digital simulation of a chemical laboratory, in which the user interacts with believable three-dimensional clones of chemical equipment and environmental elements of a virtual chemical laboratory.

МИРЭА – Российский технологический университет: 119454, Москва, пр-т Вернадского, д. 78

Тираж: 1 экз. (на правах рукописи)

Файл: «090304\_19И1606\_Московка АА.pdf», исполнитель Московка А.А., email: moskovka.a.a@edu.mirea.ru

© А.А. Московка.

**Из введения**

Также стоит упомянуть, что для обучения каким-то профессиям не требуется специфических условий и дорогостоящего оборудования, когда для подготовки квалифицированных кадров в вышеупомянутых направлениях медицины, химии, фармацевтики будет необходимо использование оборудования, которое в нынешних санкционных условиях может быть труднодоступным по части обслуживания, ремонта и обновления в случае неисправностей и поломок.

Показано, что …………………

Определено ………..

Изучена взаимосвязь …………

Получены результаты позволяющие

ИЗ 1.4

Разрабатываемые помещения виртуальной химической лаборатории должны удовлетворять следующим требованиям:

1. стены, потолок и полы помещений должны обладать коллизией, то есть быть непроницаемыми для пользователя;
2. окно между первой комнатой и рабочим помещением должно состоять из прозрачного стекла для возможности проверки работы УФ-лампы;
3. помещения должны быть освещены для комфортной работы пользователя в них;
4. помещения должны быть достаточно просторными, чтобы в них могли поместиться все необходимые элементы окружения и необходимые для симуляции станки и оборудование;
5. помещения должны быть идентичных реальным помещениям размеров для того, чтобы у пользователя создавалось ощущение погружения в процессе работы в симуляции;
6. в помещениях виртуальной химической лаборатории должны звучать звуковые эффекты, имитирующие реальные звуки вентиляционных систем для создания эффекта погружения.

Разрабатываемые лампы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. лампы должны обеспечивать достаточный уровень освещенности для комфортной работы в помещениях виртуальной лаборатории;
2. расположение ламп, внешний вид и принцип их работы должны быть идентичны реальным лампам для создания эффекта погружения у пользователя;
3. для возможности их включения и выключения все лампы в помещениях должны быть логически связаны с контроллером, представленном в виде настенного включателя, аналогичного реальному включателю;
4. пользователь должен иметь возможность включать и выключать свет в лабораторных помещениях.

Разрабатываемые герметичные двери между комнатами виртуальной химической лаборатории должны удовлетворять следующим требованиям:

1. для сохранения герметичности помещений двери должны открываться только в индивидуальном порядке, это означает, что не может быть одновременно открыто больше одной двери;
2. каждая дверь должна иметь коллизию, то есть быть непроницаемой для пользователя;
3. двери должны обладать правдоподобной скоростью анимации открытия и закрытия, а также звуковыми эффектами, имитирующими звуки дверного механизма;
4. двери должны иметь систему блокировки в случае работы УФ-лампы в рабочей зоне химической лаборатории;
5. пользователь должен иметь возможность открывать и закрывать герметичные двери, а также проходить сквозь открытые двери между помещениями виртуальной химической лаборатории.

Разрабатываемые манометры должны удовлетворять следующим требованиям:

1. манометры должны быть синхронизированы в рамках одной комнаты с нарушением герметизации;
2. манометры должны обладать реалистичной анимацией движения стрелки при нарушении герметизации и последующем восстановлении герметизации;
3. внешний вид манометров должен быть идентичен реальным манометрам для создания у пользователя эффекта погружения.

Разрабатываемая ультрафиолетовая лампа рабочего помещения должна удовлетворять следующим требованиям:

1. для включения и выключения лампа должна быть логически связана с контроллером, представленным в виде настенного включателя, аналогичного реальному по внешнему виду и расположению в помещениях;
2. лампа должна по внешнему виду, эффекту свечения быть идентичной реальной для создания у пользователя эффекта погружения;
3. возможность включить УФ-лампу должна быть только при закрытых герметичных дверях в рабочую зону хим. лаборатории;
4. пользователь должен иметь возможность включения и выключения УФ-лампы.

Разрабатываемый герметичный шлюз передачи предметов в стерильное помещение должен удовлетворять следующим требованиям:

1. по внешнему виду, размерам и принципу работы шлюз должен быть идентичен реальному для создания у пользователя эффекта погружения;
2. шлюз должен иметь возможность доступа к содержимому внутри с обеих сторон: внешней (нестерильной) и внутренней (стерильной рабочей зоны);
3. у шлюза должна присутствовать система стерилизации содержимого в виде УФ-лампы с контроллером, представленным в виде кнопок с обеих сторон;
4. дверцы шлюза должны открываться только в индивидуальном порядке, это означает, что две дверцы не могут быть открыты одновременно;
5. дверцы шлюза должны иметь правдоподобную анимацию открытия и закрытия;
6. пользователь должен иметь возможность взаимодействия со стерильным шлюзом (открытие и закрытие дверей шлюза, включение и выключение УФ-ламп);
7. стерильный шлюз и все его элементы должны иметь коллизию, то есть быть непроницаемыми для пользователя.