

УДК 629.7.08

Использование текстурированных поверхностей при эргономическом анализе процесса обслуживания изделий ракетно-космической техники в виртуальной реальности

Игрицкий Владимир Александрович^(*)

igritsky_v_a@bmstu.ru

Игрицкая Анна Юрьевна

aigri@bmstu.ru

Бондарева Юлия Александровна

bondarevayua@student.bmstu.ru

Цой Максим Александрович

tsoyma@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Предложены различные способы текстурирования поверхностей для обеспечения возможности визуальной оценки условий наблюдения обслуживаемых поверхностей с точки зрения угла между линией взгляда и нормалью к поверхности при эргономическом анализе в виртуальной реальности рабочих мест, используемых в процессе сборки и обслуживания изделий ракетно-космической техники. Проведен анализ преимуществ и недостатков различных способов текстурирования поверхностей, выделены области их рационального применения и приведены практические примеры их использования.

Ключевые слова: обслуживание ракет, обслуживание космических аппаратов, эргономический анализ, технология подготовки ракет, виртуальная реальность

Введение. Одной из основных причин отказов ракетно-космической техники являются ошибки персонала, обусловленные недостаточностью его подготовки и недостатками эргономики временных рабочих мест [1]. Поэтому актуальным вопросом, которому посвящена данная работа, является внедрение технологий виртуальной реальности (VR) для эргономического анализа (ЭА) рабочих мест при их проектировании и тренировки персонала без создания физических моделей обслуживаемых изделий и технологического оборудования.

Материалы и методы; результаты. В настоящее время существует отечественное программное обеспечение (ПО) VR Concept, обеспечивающее создание тренажеров VR различного назначения [2]. Вместе с тем, при ЭА выполнение требований по углу отклонения нормали поверхности, которую должен хорошо наблюдать работник, от линии взгляда, который по ГОСТ 23000–78 не должен превышать 45°, с трудом определяется без использования технических средств, в том числе и в VR. В связи с этим предложено использовать специальные текстуры поверхностей с разным цветом в зависимости от угла отклонения нормали поверхности от линии взгляда. В практически важном случае, когда имеющееся ПО не поддерживает такие текстуры, предложено использовать дающее аналогичный эффект текстурирование поверхности.

Показано, что такое текстурирование может быть выполнено в виде системы глухих отверстий с дном, окрашенным в отличающийся от цвета

остальной поверхности цвет. Основной сложностью при использовании такого подхода является большое количество дополнительных граней, замедляющих работу ПО. При этом сокращение числа граней отверстий уменьшает точность определения границы удобно обслуживаемых частей поверхности. Предложены способы текстурирования поверхностей в ВР на основе различных систем отверстий. Проведен анализ их преимуществ и недостатков, на основе которого обоснованы области использования этих способов. Приведены практические примеры использования разработанных способов текстурирования поверхностей для ЭА в ВР. Показано, что текстурирование поверхностей может быть использовано для настройки рабочего места под конкретного работника и выработки правильных навыков работы.

Заключение. Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности использования текстурированных поверхностей при ЭА в ВР, а также о необходимости внедрения в соответствующее ПО поддержки текстур с зависимостью цвета поверхности от угла отклонения ее нормали от линии зрения.

Работа выполнена в рамках реализации программы развития передовой инженерной школы «Системная инженерия ракетно-космической техники» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Список источников

- [1] Игрицкий В.А. Оценка удобства обслуживания элементов ракет космического назначения сверхтяжелого класса при различных технологиях их подготовки. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2021, вып. 4. <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2021-4-2072>
- [2] Мамедов В.М. Разработка интерактивных VR-тренажеров на базе программного обеспечения VR Concept и фреймворка Ionium Collider. *International Journal of Open Information Technologies*, 2023, vol. 11, no. 9, pp. 83–91.