

**УДК 004.925, 004.942**

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, СООТВЕТСТВУЮЩЕГО УСЛОВИЯМ  
ЕСТЕСТВЕННОЙ АККОМОДАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

**Кинёв И.Е. (Университет ИТМО), Гебель Г.В. (Университет ИТМО)**

**Научный руководитель – к.т.н., Жданов Д.Д.  
(Университет ИТМО)**

**Аннотация.**

Предлагается метод снижения дискомфорта зрительного восприятия, возникающего при длительном использовании устройств виртуальной реальности, за счет формирования изображений виртуальных объектов, соответствующих условиям естественной аккомодации человеческого зрения.

**Введение.** У большинства людей длительное использование устройств виртуальной реальности вызывает ощущение дискомфорта, проявляющееся в виде рези в глазах, спазме мышц, двоении изображения, тошноте, дезориентации и т.д. Одной из причин возникновения данных симптомов является вид изображения не соответствующий условиям вергенции-аккомодации человеческого зрения. Оптическая система окуляра переносит изображение с плоского микродисплея на бесконечность оставляя его сфокусированным. Такое изображение вызывает дискомфорт наблюдателя, если он не смотрит на бесконечно удаленный объект. Для формирования корректного изображения оптическая система окуляра должна адаптироваться к условиям вергенции-аккомодации человеческого зрения, отслеживаемого с помощью системы трекинга зрачков. Однако для естественного восприятия плоское изображение на микродисплее должно соответствовать ожидаемому изображению и иметь фокусировку, соответствующую реальной аккомодации глаз человека. Данное исследование нацелено на интерактивное формирование изображения, соответствующее текущей аккомодации человеческого зрения.

**Основная часть.** Для решения данной проблемы предполагается, что направление взгляда человека и точка фокусировки его глаз определена системой трекинга зрачков. Кроме того, адаптивная система окуляра сфокусировала микродисплей в соответствии с аккомодацией человеческих глаз, а система 3D сканирования, встроенная в систему виртуальной реальности, сформировала карту глубин изображения. Задача, решаемая в данном исследовании, заключается в разработке кругового фильтра, на вход которого подается изображение, карта глубин, параметры глаз (точка фокусировки, диаметр зрачка, фокус хрусталика глаза и задний отрезок глазного яблока). На основе этих входных данных фильтр строит размытое изображение. На матрице изображение находится точка, на которую нужно сфокусироваться и круговой фильтр размывает соседние ячейки матрицы относительно центра данной точки. Поскольку фильтр является круговым, краевые ячейки размываются только частично и фильтр корректно обрабатывает эту ситуацию. Процесс частичного размытия является достаточно дорогостоящей процедурой и замедляет общий процесс фильтрации. Основная проблема, решаемая в данном исследовании, ускорение его работы, например с помощью распараллеливания вычислений. Также в данной работе рассматриваются методы адаптивного размытия изображения с использованием нейронных сетей. Эффективность работы данных методов оценивается на ряде тестовых сцен. Кроме того, оценивается качество размытия, связанное с ошибками определения карты глубин, фокусировкой на зеркальные отражающие объекты и т. п. Качество работы фильтра оценивается визуально методом сравнения полученного изображения с ожидаемым. Предполагается также исследовать возможность использования нейротехнологий для отслеживания изменения положения и размеров зрачков глаз для более точной оценки направления взгляда человека на точку фокусировки. Предложенный метод позволяет снизить вероятность появления ощущения дискомфорта при использовании устройств виртуальной реальности.

**Выводы.** Результаты работы могут быть использованы в адаптивных устройствах виртуальной реальности, в приложениях компьютерной графики, а также в программных комплексах, предназначенных для компьютерного моделирования изображений, формируемых оптическими системами.