

УДК 535.317

## АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ VR И ОЦЕНКА КОНВЕРГЕНЦИИ И ДИВЕРГЕНЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОСЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БИНОКУЛЯРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Нгуен. Н.Ш.

Научный руководитель – к.т.н. доцент, Романова Г.Э.

Университет ИТМО

В работе представлены результаты анализа различных вариантов оптических систем для использования в составе комплексов виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Основное внимание уделяется вариантам решения проблемы конвергенции и аккомодации в таких системах.

### Введение

Технологии виртуальной и дополненной реальности широко используются в различных областях. Наиболее известная область – это индустрия развлечений, однако технологии дополненной реальности часто используются в составе тренажерных и обучающих комплексов в профессиональных областях. Для удобной и комфортной работы оператора необходимо, чтобы система соответствовала многим требованиям, которые часто противоречат друг другу. Например, система должна иметь простую оптическую схему, малые габариты и в то же время обеспечивать достаточное качество изображения. Еще одна особенность – традиционные относительно простые системы, работающие с двумя глазами, чаще всего не обеспечивают комфортную работу из-за возникающего конфликта между конвергенцией зрительных осей при наблюдении двумя глазами и аккомодацией глаз, фокусирующихся на определенном расстоянии, где сформировано виртуальное изображение.

В работе рассматриваются оптические системы таких устройств и анализируются их свойства, в том числе с точки зрения конфликта конвергенции и аккомодации.

### Основная часть.

Основной частью, определяющей многие пользовательские свойства, включая и удобство эксплуатации, систем дополненной и виртуальной реальности (AR/VR), является оптическая система, формирующая изображение. Некоторые из основных характеристик оптических систем перечислены ниже:

- Достаточный вынос зрачка ( $>20$  мм);
- Большой диаметр зрачка ( $>10$  мм);
- Большое поле зрения (желательно  $>60$  градусов);
- Небольшая дисторсия (желательно  $< 3\%$ );
- Малые габариты и масса
- Достаточная яркость изображения.

При внедрении систем в широкое использование было отмечено, что при достаточном времени использования такой системы происходит быстрое утомление пользователя, не только из-за массы системы, которая может быть относительно большой, но и из-за возникающего конфликта между конвергенцией и аккомодацией.

При естественном зрении, аккомодация и конвергенция согласуются друг с другом. Расстояние при конвергенции человеческих глаз на объекте равно расстоянию аккомодации. В AR/VR системе это условие часто нарушается: если виртуальное или дополненное изображение формируется на фиксированном расстоянии, обычно несколько метров от пользователя, то расстояние до виртуального объекта, соответствующее расстоянию конвергенции, не соответствует расстоянию, на которое сфокусированы глаза пользователя. Это несоответствие называется конфликтом аккомодации и конвергенции (vergence-accommodation conflict VAC). Конфликт аккомодации и конвергенции является фундаментальной проблемой, которая заставляет пользователей чувствовать дискомфорт и усталость.

В последние годы было продемонстрировано несколько методов, которые способны преодолеть проблему VAC:

1. Использование отслеживания направления глаза пользователя и соответствующая динамическая фокусировка.
2. Создание систем с изображениями на нескольких расстояниях, так что пользователь выбирает, на какой расстояние фокусироваться
3. Дисплеи светового поля (Light Field Displays)

### **Выводы.**

В работе рассмотрены основные требования при проектировании оптической системы виртуальной и дополненной реальности. Выполнен анализ вариантов решения проблемы конфликта аккомодации и конвергенции в VR системах и определены наиболее перспективные.

Нгуен Н.Ш (автор)

Подпись

Романова Г.Э (научный руководитель)

Подпись