



**САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru  
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,  
ИНН 6316000632, КПП 631601001

10 ФЕВ 2026

№ 104-580

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по  
науке Самарского университета

к.ю.н., доцент

А.И. Розенцвайг

10 ФЕВ 2026

2026 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Власова Евгения Владимировича  
«Методы повышения качества формируемого пространства в

наголовных мультифокальных системах объемного отображения визуальной  
информации», представленную на соискание учёной степени кандидата  
технических наук

по специальности 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы  
и комплексы».

#### Актуальность темы исследования

Актуальность настоящего исследования обусловлена растущей потребностью в создании комфортных и безопасных стереоскопических систем для виртуальной и дополненной реальности, дистанционного управления и профессиональной визуализации. Традиционные стереодисплеи, несмотря на широкое применение в тренажёрах и системах отображения, обладают принципиальным недостатком - аккомодационно-конвергентным конфликтом. Этот конфликт возникает из-за несоответствия между фокусировкой глаз (аккомодацией) на плоскости дисплея и их сведением (конвергенцией) на виртуальном объекте, расположенном на иной глубине. Такое рассогласование ведёт выработке ложных перцептивных навыков у операторов, что критически недопустимо в системах профессиональной подготовки (например, для пилотов, хирургов, операторов робототехнических комплексов). Также аккомодационно-конвергентный конфликт приводит к быстрому зрительному утомлению и дискомфорту,

ограничивающим продолжительность сеансов работы до 30 минут и потенциальным рискам для здоровья зрения при длительном использовании.

Создание мультифокальных дисплеев, способных формировать изображение с протяжённостью по глубине для каждого пикселя, может решить эту проблему. Такие системы обеспечивают корректные стимулы для аккомодации за счёт формирования изображения с переменной фокусировкой, имитирующей естественное восприятие глубины. Это позволяет согласовать аккомодацию и конвергенцию, устраняя ключевой источник дискомфорта.

Практическая значимость разработки эффективных методов формирования мультифокального пространства резко возрастает в контексте внедрения технологий в следующих областях, таких как:

- Системы дистанционного управления робототехническими комплексами (РТК), где оператору необходима точная и естественная глубинная оценка обстановки по видео с камер РТК для навигации и манипуляций.
- Новое поколение тренажёров и симуляторов для авиации, медицины, военного дела, требующее полного сенсорного погружения без негативных побочных эффектов.
- Профессиональные оптические инструменты (эндоскопы, микроскопы, бороскопы), интеграция с которыми позволит снизить утомляемость специалистов и повысить точность визуального анализа.

Таким образом, актуальность работы определяется острой необходимостью преодоления фундаментальных физиологических ограничений существующих стереодисплеев через разработку и совершенствование мультифокальных стереоскопических методов. Успешное решение этой задачи откроет путь к созданию безопасных, эффективных и комфортных систем визуализации для критически важных приложений, где точность восприятия глубины напрямую влияет на результат и безопасность.

**Цель диссертационной работы** является исследование и разработка методов повышения качества формируемого пространства в наголовных мультифокальных системах объемного отображения визуальной информации.

### **Структура, содержание и объем диссертационной работы**

Диссертационная работа содержит 100 страниц и состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и одного приложения. Содержание и структура диссертации выстроены логично, соответствуют поставленной цели и задачам исследования, сопровождаются достаточным количеством иллюстраций и таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, определены цель и задачи диссертации, новизна и практическая значимость полученных результатов, а также сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлены основы формирования 3D-изображения и анализ наголовных дисплеев с акцентом на обеспечение визуального комфорта. Вторая глава содержит анализ дифракционной глубины резкости в зависимости от параметров изображения и зрачка. В третьей главе предложены методы устранения потерь контраста и нелинейности аккомодационного стимула в стереодисплеях. Четвёртая глава посвящена обзору технологий формирования изображения с корректными стимулами аккомодации. В пятой главе описаны эксперименты по оценке влияния мультифокального дисплея на восприятие глубины и размеров. В заключении изложены основные выводы, подтверждающие перспективность исследования.

### **Научная новизна результатов диссертационной работы**

Сформированы количественные критерии для оптимального комбинирования планов и синтеза мультифокального объемного пространства, основанные на комплексном анализе аксиального распределения интенсивности изображения. Установлена зависимость дифракционной глубины резкости от двух ключевых физиологических и оптических параметров: требуемой разрешающей способности (остроты) визуализируемых планов и диаметра зрачка глаза. Данные критерии позволяют формировать пространственное изображение, в большей степени соответствующее естественным механизмам стереоскопического восприятия человека по сравнению с традиционными бинарными стереопарами.

Предложены и теоретически обоснованы новые методы повышения качества объемного изображения, направленные на решение двух взаимосвязанных проблем: компенсацию потерь контраста и повышение линейности аккомодационного стимула. Эффективность методов подтверждена моделированием для типичного диапазона диаметров зрачка глаза ( $3 \text{ мм} \pm 10\%$ ) с использованием широко признанной модели глаза Дэвида Атчисона (David Atchison).

Разработан и создан экспериментальный образец стереоскопического дисплея с бифокальными окулярами, реализующий принцип согласования дистальных стимулов глубины - конвергенции и аккомодации глаз. Устройство воплощает на практике предложенные методы формирования изображения. В ходе экспериментальных исследований получены данные, демонстрирующие, что мультифокальные 3D-дисплеи на основе разработанных решений обеспечивают наблюдателю достоверную информацию об удаленности и размерах объектов. Это позволяет сохранить константность зрительного восприятия, что является критически важным условием для выработки корректных перцептивных навыков в тренажных и профессиональных системах визуализации.

### **Практическая значимость результатов работы**

Разработка мультифокальных стереодисплеев велась с учетом необходимости максимального соответствия формируемого пространства естественному зрительному восприятию. Для этого были сформулированы

критерии оценки ключевых параметров: распределения интенсивности по глубине и дифракционной глубины резкости, а также проведена оценка психофизического соответствия изображения.

Для повышения качества передачи глубины предложены методы коррекции контраста и линейности аккомодационного стимула. В результате разработаны:

алгоритмы формирования мультифокального изображения, адаптированные под психофизику зрения;

конструкция и опытный образец оптического блока дисплея.

Экспериментальные исследования влияния формируемого пространства на восприятие проведены с использованием запатентованного стереоскопического дисплея с бифокальными очками (совместная разработка КТИ НП СО РАН, НФ ИФП СО РАН «КТИ ПМ» и ООО «Софтлаб-НСК»).

#### **Соответствие содержания диссертации заявленной научной специальности**

Диссертация полностью соответствует паспорту научной специальности 2.2.6 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

в части направления исследований:

1. Исследование и разработка новых методов и процессов, которые могут быть положены в основу создания оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов различного назначения, функционирующих в оптическом диапазоне спектра и терагерцовом диапазоне.

2. Исследование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов методами компьютерного моделирования.

3. Создание и исследование методов расчета и оптимизации оптических систем, методов оценки качества оптического изображения, разработка эффективных комплексов автоматизированного проектирования оптических систем.

#### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат полностью отражает содержание, научные положения, выводы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации, содержит информацию об основных полученных результатах и позволяет сделать заключение о научном уровне работы.

#### **Апробация работы**

Основные результаты, полученные в рамках диссертационного исследования, опубликованы в 17 научных работах, в том числе в 9 статьях в изданиях, включенных в перечень ВАК и/или международные базы цитирования Web of Science и Scopus. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 7 международных и всероссийских конференциях и симпозиумах.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Разработанные Власовым Е.В. методы расчета и моделирования голограммных оптических элементов могут быть использованы предприятиями работающими в области оптического приборостроения: АО НПО «ГИПО», ООО НПО «СЕТАЛ», ПАО Красногорский завод им. С.А. Зверева. Также результаты диссертации Власова Е.В. могут быть использованы в НИЧ Самарского университета.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В диссертации широко используется нестандартная терминология, которую можно определить как научный жаргон: «дифракционная энергия», «энергия пиксела», «размеры пиксела сохраняются на уровне  $0,5I_0$ » и т.п.

2. В диссертации присутствует значительное количество неудачно сформулированных предложений, по которым сложно понять, что имелось в виду: «фокусировка на пиковую интенсивность кривой», «интенсивность полуширины тоже меняется», «построить комбинацию с контрастом 100%» и т.п.

3. В диссертации вместо термина частотно-контрастная характеристика автор использует термин график пространственной частоты.

4. В диссертации присутствуют неточности оформления и опечатки: на странице 57 слово «светеделительный», на рис. 55-58 не указаны единицы измерений по вертикальной оси.

5. Автор никак не выделяет в тексте ссылки на собственные работы, что затрудняет оценку результатов.

6. К сожалению, в тексте диссертации отсутствует сравнение результатов автора, с параметрами коммерчески доступных системах объемного отображения информации.

### **Заключение**

Диссертация «Методы повышения качества формируемого пространства в наголовных мультифокальных системах объемного отображения визуальной информации» Власова Е.В. является законченной и самостоятельной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научно-техническом уровне.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Власова Е.В. по актуальности, степени научной новизны и практической значимости, объему выполненных исследований и их ценности соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

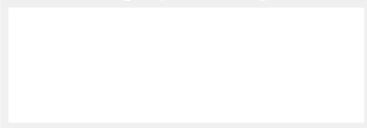
Отзыв на диссертацию Власова Е.В. обсужден и утвержден на расширенном НТС кафедры технической кибернетики 04 февраля 2026 года, протокол № 2.

Отзыв составлен профессором кафедры киберфотоники Р.В. Скидановым.

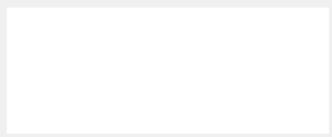
Присутствовали на заседании 8 чел.

Результаты голосования: «за» – 8, «против» – 0, «воздержался» – 0.

Профессор кафедры киберфотоники ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», д-р физ. мат. наук, доцент

 Скиданов Роман Васильевич

Заведующий кафедрой технической кибернетики ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», д-р техн. наук, доцент

 Куприянов Александр Викторович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Сокращенное наименование: Самарский университет

Адрес: Россия, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34.

телефон: +7 (846) 335-18-26

E-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)

Web-сайт: <https://ssau.ru/>

*Отзыв получен 20.02.2026*

*Скиданов Р.В.*

*С отзывом ознакомлен 20.02.2026*

*Власов Е.В.*