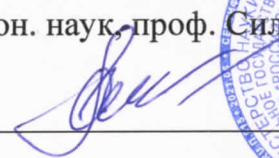


«Утверждаю»

Проректор по науке и инновациям федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина») д-р экон. наук, проф. Силаков А.В.


« 02 » сентября 2025 года

Заключение

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»,
кафедры Искусственного интеллекта, прикладной математики и программирования

Диссертация «Автоматизация тестирования систематических ошибок зрительного восприятия» выполнена на кафедре искусственного интеллекта, прикладной математики и программирования в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1.

Костоев Адам Тимурович в 2020 г. окончил ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» с присвоением квалификации магистра по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика».

В 2020 г. Костоев А. Т. поступил в очную аспирантуру кафедры прикладной математики и программирования ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» и в 2024 году её успешно окончил с представлением научного доклада, получив диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры искусственного интеллекта, прикладной математики и программирования ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Цурков Владимир Иванович, работает в должности заведующего отделом 13 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»_Минобрнауки России.

Кандидатские экзамены в полном объеме сданы.

По результатам рассмотрения диссертации «Автоматизация тестирования систематических ошибок зрительного восприятия» принято следующее заключение:

Актуальность темы. Зрительное восприятие играет ключевую роль при обработке информации человеком. Понимание механизмов зрительного восприятия является важным фактором исследований в различных областях науки и техники: психологии, психофизиологии, искусственного интеллекта и др. При этом известно, что восприятие человеком сенсорной информации – сложный процесс, подверженный различным ошибкам и искажениям. Неправильная трактовка видимого образа может быть связана с различными нарушениями зрительных органов чувств и обычно подразумевает индивидуальный характер восприятия человека.

Однако существуют и систематические неточности в восприятии, причины которых до сих пор остаются неоднозначными. Главное отличие подобных ошибок в том, что они не поддаются произвольной коррекции и закономерно проявляются у каждого человека. Такие явления восприятия называют зрительными (или оптическими) иллюзиями. Особый интерес для исследователей представляет класс геометрических иллюзий, возникающих при оценке свойств и параметров объектов, вызывающих искажения форм, размеров, наклонов, расстояний и др. Такой интерес вызван достаточно удобной процедурой количественной регистрации ошибочных оценок, позволяющий исследовать сложные механизмы зрительного восприятия.

Актуальность исследования также обуславливается влиянием зрительных геометрических иллюзий в различных сферах профессиональной и научной деятельности: психофизика и психология восприятия, задачи моделирования компьютерного зрения и систем искусственного интеллекта, оформление интерьеров и городского пространства, дизайн и моделирование одежды, деятельность человека-оператора и др.

Степень научной разработанности избранной темы. Систематическое изучение зрительных геометрических иллюзий началось с середины XIX века. Существенный вклад внесли такие ученые как J. Oppel, F. Muller-Lyer, J. Poggendorf, F. Zolner, W. Wundt, E. Hering, H. Ebbinghaus, H. Helmholtz, E. Titchener и др. Они и создают первые, ставшие классическими, зрительные геометрические иллюзии.

В период XX века среди зарубежных и отечественных исследований стоит отметить работы И.Д. Артаманова, А.Л. Ярбуса, В.Д. Глезера, R. Day, R. Gregory, B. Gillam, E. Greene, H. Leibowitz и др.

В настоящее время изучением искажений зрительного восприятия занимаются группы исследователей различных научно-исследовательских институтов. Особое место занимают работы сотрудников Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, г. Санкт-Петербург: В.М. Бондарко, М.В. Данилова, В.Н. Чихман и др.

Отдельного внимания заслуживают работы, осуществленные в Институте проблем передачи информации имени А. А. Харкевича РАН, г. Москва: Г.И. Рожкова, Е.А. Толмачева, В.В. Огнивов и др.

Существенный вклад в изучение психологических механизмов возникновения зрительных иллюзий и их классификацией внесла Г.Я. Меньшикова (МГУ им. Ломоносова). Также стоит отметить работы Л.Н. Медведева, И.И. Шошиной, Е.С. Федоровой и др., занимающихся исследованием влияния индивидуальных свойств человека на возникновение искажений в зрительном восприятии.

Однако несмотря на давнюю историю изучения сенсорных ошибок восприятия, на сегодняшний день нет ни одной сформулированной гипотезы, позволяющей исключить противоречия хотя бы в объяснении основных закономерностей зрительного искажения при восприятии даже простых геометрических фигур. Одной из причин такого положения – недостаточно надёжная процедура тестирования испытуемых, в связи с чем возникает необходимость в разработке методов количественного тестирования, дающих относительно высокую воспроизводимость результатов.

Важно отметить значимость разработки средств компьютерной поддержки для автоматизированных психофизиологических экспериментов, направленных на изучение механизмов зрительного восприятия. Основное внимание при разработке уделяется аспектам синтеза и сохранения изображений-стимулов, их предъявлению наблюдателям, а также анализу ответов в специализированных программах. В настоящее время отечественными и зарубежными авторами разработан ряд различного программного обеспечения (ПО) для проведения психофизиологических экспериментов. Однако большинство разрабатываемого ПО в области исследований зрительного восприятия в настоящее время является лишь инструментом для решений отдельных задач в рамках одного типа исследований. В связи с чем возникает необходимость в разработке общей методологии проведения экспериментов (тестирований) и системы, реализующей данную методологию.

Также присутствует необходимость в изучении влияния геометрических параметров на величину зрительных искажений. Важно понять при каких условиях зрительные иллюзии проявляются наиболее сильно, при каких исчезают совсем, каков характер зависимости иллюзии при варьировании геометрических характеристик, как компенсировать проявление иллюзии. Детальный анализ всех

тонкостей проявления зрительных иллюзий в зависимости от их геометрических параметров позволит, в свою очередь, найти более однозначные ответы на вопросы о механизмах возникновения зрительных иллюзий.

В части области исследований диссертационная работа соответствует пунктам: 1. Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе обмена информацией пользователями и возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения; 16. Автоматизированные информационные системы, ресурсы и технологии по областям применения (научные, технические, экономические, образовательные, гуманитарные сферы деятельности), форматам обрабатываемой, хранимой информации. Системы принятия групповых решений, системы проектирования объектов и процессов, экспертные системы и др. паспорта научной специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы».

Исследования проводились на кафедре искусственного интеллекта, прикладной математики и программирования, в рамках научно-исследовательских работ РГУ им. А.Н. Косыгина на 2019-23 гг., Тема 1.8 «Разработка интеллектуальной организационно-технической системы для поддержки целенаправленной деятельности» и в рамках научно-исследовательских работ РГУ им. А.Н. Косыгина на 2024-28 гг., Тема 2.19 «Новые методы и модели передачи обработки, хранения и анализа данных».

Объект исследования: оптические иллюзии, тест-объекты, система тестирования, сбора и обработки данных.

Предмет исследования: процессы тестирования, математические модели зависимости величины иллюзии от параметров тест-объектов.

Целью диссертации является автоматизация процесса тестирования и статистического анализа данных систематических ошибок зрительного восприятия, возникающих при оценке человеком геометрических иллюзий.

В соответствии с поставленной целью в диссертации:

- проведены:

- теоретические исследования в области возникновения зрительных иллюзий;
- анализ, систематизация и обобщение современных методов сбора и анализа данных о проведённых тестированиях;
- анализ, систематизация и обобщение математических методов выявления статистических зависимостей;

—проанализирован процесс тестирования на величину зрительной иллюзии;

- **разработана** универсальная методика проведения тестирования на величину зрительных иллюзий;

- **созданы:**

- система проведения тестирования, сбора и анализа данных о тестировании;
- модули настройки и демонстрации тест-объектов для иллюзий Мюллера-Лайера, Поггендорфа и вертикально-горизонтальной;

- **установлены** статистические зависимости между величиной иллюзии и параметрами тест-объектов для иллюзий Мюллера-Лайера, Поггендорфа и вертикально-горизонтальной;

Научную новизну диссертации составляют следующие результаты:

- Получена универсальная методика тестирования систематических ошибок зрительного восприятия. На основе полученной методики разработана автоматизированная система, позволяющая проводить тестирования зрительного восприятия в условиях возникновения геометрических иллюзий;
- Разработанная система поддерживает разные уровни тестирований, в зависимости от постановки задачи исследования зрительных иллюзий;
- Выявлены характеры статистических зависимостей иллюзии Поггендорфа и Мюллера-Лайера, ранее не формализованные.

Теоретическую значимость диссертации составляют следующие результаты:

- Полученные результаты могут послужить теоретическим основанием для последующих исследований в области зрительного восприятия, влияния технологий на восприятие и разработки методов тестирования;
- Проведение исследования в области воздействия иллюзий на зрительное восприятие может внести вклад в расширение теоретических знаний о работе визуальной системы человека и его восприятия окружающего мира;
- Анализ влияния зрительных иллюзий на принятие решений может предоставить новые теоретические предпосылки для понимания психологических процессов, связанных с восприятием и принятием решений.

Достоверность проведенных исследований базируется на обширном анализе работ в области исследования зрительных иллюзий; описании и воспроизводимости экспериментов, проведенных в форме тестирования зрительного восприятия испытуемых в условиях возникновения геометрических иллюзий; корректном применении математического аппарата корреляционно-регрессионного анализа данных и проверкой статистических гипотез, корректном использовании современных средств программирования и методов проектирования программного обеспечения; согласованности результатов проведенных экспериментальных

исследований с известными теоретическими положениями в области зрительного восприятия; публикации результатов в рецензируемых изданиях, в том числе рекомендованных ВАК; патентах на изобретения и полезную модель, подтверждающих работоспособность и воспроизводимость предложенной системы тестирования. Апробация основных положений диссертации проводилась в научной периодической печати, конференциях и в рамках регистрации результатов интеллектуальной деятельности.

Практическую значимость исследования составляют:

- Исследование в области зрительных иллюзий может предоставить новые данные для разработки методик обучения и тренингов, направленных на улучшение способности различать визуальные стимулы;
- Результаты исследования могут быть использованы для улучшения методов тестирования в области психологии и психофизики;
- Система масштабируема для работы с большим количеством участников, что позволяет получить достаточный объем экспериментальных данных для построения корректных моделей, описывающих результаты тестирования.
- Система расширяема через добавление модулей тестирования, предназначенных для проверки различных иллюзий. Также система открыта для дальнейшего расширения и разработки;
- Результаты, полученные при исследовании влияния геометрических параметров на величину зрительных искажений имеют практическую значимость в дизайне и моделировании одежды, например, при визуальной корректировке асимметричности фигуры человека или намеренном искажении ее параметров.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Тестирование представлено как информационный процесс. Предложена методика проведения тестирования;
- Спроектирована система тестирования зрительных иллюзий, позволяющая проводить тестирование различных иллюзий в рамках единой методики;
- Работа данной системы подтверждена проведением исследования иллюзий Поггендорфа и Мюллера-Лайера. Получены характеры зависимостей иллюзии от геометрических признаков, которые не противоречат существующим исследованиям;
- Проведены исследования новой модификации иллюзии Поггендорфа (вращение). Получены статистические зависимости величины иллюзии от угла поворота тест-объектов в пространстве;

- Получены статистические модели зависимостей для всех исследуемых вариантов иллюзий Поггендорфа и Мюллера-Лайера от их геометрических характеристик.

Личный вклад автора:

Автором сформулированы цель и основные задачи исследования, проведены теоретические исследования в области исследования зависимостей иллюзий от параметров тест-объектов; описан процесс тестирования в виде информационного процесса; спроектирована и реализована система сбора и анализа результатов тестирования на восприятие иллюзий; построены математические модели зависимости величины иллюзий от геометрических параметров тест-объектов.

Апробация и реализация результатов работы:

Основные научные результаты проведенных исследований докладывались и получили положительную оценку на следующих конференциях: 31st International Conference of Young Scientists and Students «Topical Problems of Mechanical Engineering», Moscow, Russia, 2019; Постоянно действующий семинар кафедры прикладной математики и программирования ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина «Теория систем», Москва, 2020, 2022, 2023, Москва, Россия; Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием, Москва, 2022. Получен акт о внедрении разработанной системы автоматизированного тестирования в Институте психологии РАН, что свидетельствует о состоятельности предлагаемых в диссертации решений.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 16 печатных работах, 5 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых в международных базах данных Scopus и/или Web of Science и 6 – патенты и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в «Перечень» ВАК при Минобрнауки России:

1. Костоев А. Т., Огородов Д. В., Данько Д. И. Исследование геометрических факторов зрительной иллюзии, возникающей при оценке расстояний между краями объектов // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6(90). С. 46-55.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus:

2. Kostoev A. T., Tsurkov V. I. Testing Systematic Errors of Distances and Lengths in Geometric Illusions // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2025. T. 64. № 1. С. 112-120. DOI: 10.1134/S1064230725700091.

3. Kostoev A. T., Tsurkov V. I. Automation of Testing Systematic Errors in Visual Perception // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2024. T. 63. № 3. С. 462-478. DOI: 10.1134/S1064230724700345.
4. Romanenkov A. M., Temnov A. A., Kostoev A. T. Methods of Creating Fault-Tolerant Geographically Distributed Systems // Mathematical Statistician and Engineering Applications. 2022. V. 71. № 2. P. 168-176.
5. Rakcheeva T. A., Kostoev A. T. Research of Orientation Characteristics of Visual Intersection Illusion // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Intern. Conf. of Young Scientists and Students «Topical Problems of Mechanical Engineering». ToPME 2019. Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. P. 012073.

Статьи в прочих изданиях:

6. Костоев А. Т., Горшков В. В. Постановка задачи оптимальной фильтрации параметров системы, вызывающей зрительную иллюзию Поггендорфа // Сборник научных трудов постоянно действующего семинара «Теория систем». Москва, 2023. С. 235-241.
7. Костоев А. Т., Данько Д. И., Фирсов Д. А. Исследование характеристик зрительной иллюзии расстояния между краями объектов // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: матер. всеросс. науч. конф. молодых исследователей с междунар. участием. Москва, 2023. С. 116-121.
8. Ракчеева Т.А., Костоев А.Т. Исследование ориентационных факторов зрительной иллюзии пересечения // Сборник научных трудов постоянно действующего семинара «Теория систем». Москва, 2020. С. 108-114.
9. Ракчеева Т.А., Костоев А.Т. Геометрические факторы зрительной иллюзии Поггендорфа // Сборник научных трудов постоянно действующего семинара «Теория систем».. Москва, 2020. С. 115-118.
10. Костоев А.Т., Ракчеева Т.А. Исследование ориентационных характеристик зрительной иллюзии пересечения // XXXI Междунар. иннов. конф. молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения. Москва, 2020. С. 380-384.

Патенты и свидетельства о регистрации программ:

11. Горшков В. В. Костоев А.Т. Система для тестирования зрительного восприятия в условиях возникновения иллюзий // Патент на изобретение RU 2786961 С1, 26.12.2022. Заявка № 2021120473 от 12.07.2021.
12. Горшков В. В. Костоев А.Т. Устройство для определения величины зрительных иллюзий // Патент на полезную модель RU 208910 U1, 21.01.2022.
13. Горшков В.В., Ниязова Б.Н., Костоев А.Т., Угурлуев Э.А. Способ и система для принятия решения о готовности компьютеров локальной вычислительной сети к работе // Патент на изобретение RU 2799736 С2, 11.07.2023.
14. Костоев А.Т., Николаева Е.А. Программа для тестирования зрительной иллюзии пересечения (иллюзии Поггендорфа) // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022683021, 30.11.2022.

15. Костоев А.Т., Николаева Е.А. Программа для тестирования зрительной иллюзии Мюллера-Лайера// Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022683022, 30.11.2022.

16. Костоев А.Т., Николаева Е.А. Программа для тестирования вертикально-горизонтальной иллюзии // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022683023, 30.11.2022.

Структура и объем работы. По своей структуре диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов по каждой главе, заключения, списка литературы, списка таблиц, списка рисунков и приложений. Работа изложена на 114 (без учёта приложений) страницах машинописного текста, включает 43 рисунков, 15 таблиц. Список использованной литературы содержит 160 наименований библиографических и электронных источников. Приложения представлены на 19 страницах.

Таким образом, диссертация Костоева Адама Тимуровича «Автоматизация тестирования систематических ошибок зрительного восприятия» соответствует всем требованиям действующей редакции Положения о присуждении ученых степеней (утв. постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Заключение принято на заседании кафедры искусственного интеллекта, прикладной математики и программирования ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». Присутствовало на заседании 9 человек.

Результаты голосования: «за» – 9 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 2 от 02 сентября 2025 года.

Зав. кафедрой искусственного интеллекта,
прикладной математики и программирования
к.ф.-м.н.

А.В. Мокряков

Секретарь кафедры искусственного интеллекта,
прикладной математики и программирования

Н.И. Шихина

