

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКАЖЕНИЙ ВОСПРИЯТИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

Швабо Д.В., Сорокин М.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. — к.т.н., доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. Рассматривается проблема неоднозначности интерпретации графических данных в инженерной деятельности, обусловленная оптическими иллюзиями и когнитивными механизмами восприятия плоских изображений. Выдвигается гипотеза о появлении «цифровых неоднозначностей» в среде CAD-систем.

Ключевые слова: инженерная графика, оптические иллюзии, когнитивная психология, CAD-системы, проектирование, визуальное восприятие

Введение. Современное инженерное образование на факультете компьютерного проектирования (ФКП) БГУИР характеризуется активным внедрением в учебный процесс различных систем автоматизированного проектирования (САПР) в качестве инструмента в изучении инженерной графики. Несмотря на цифровизацию, конечным звеном в цепочке обработки информации остаётся человек – инженер, проектировщик, конструктор или технолог. Критической зоной становится пересечение базовых принципов создания чертежа, лежащих в основе начертательной геометрии – первого раздела инженерной графики, и психологии восприятия, формирующей понятие «когнитивной ясности» чертежа.

Актуальность исследования определяется тем, что двусмысленность в документации провоцирует производственные риски, рост брака и финансовые убытки. Для специальности «Компьютерное проектирование» понимание принципов интерпретации линий мозгом является ключевой компетенцией, позволяющей предотвращать ошибки, не фиксируемые автоматическими валидаторами геометрии.

Основная часть. Чертеж представляет собой графический язык со строгим синтаксисом (ГОСТ) и семантикой. Процесс «чтения» подразумевает реконструкцию пространственного образа объекта по его плоским проекциям [1]. Наблюдается разрыв между формальным (математическим) и неформальным (интуитивным) восприятием.

Формальный подход опирается на алгоритмы начертательной геометрии. Геометрически проекция точки инвариантна, однако совокупность проекций обязана давать однозначный результат. Неформальное прочтение – это мгновенная интерпретация образа до логического анализа. Природа неоднозначности заключается в многовариантности прочтения. При проецировании трехмерного тела на плоскость теряется часть информации. Отсутствие достаточного количества видов или разрезов создает инвариантность, трактуемую в психологии как неопределенность стимула.

Визуальное восприятие является активным процессом «достраивания» образа, а не пассивным копированием. Мозг инженера функционирует как прогностическая система, заполняющая пробелы в данных [2]. На плоскости отсутствуют реальные признаки глубины (стереопсис), поэтому используются вторичные маркеры: перекрытие линий, перспективное сокращение, тени. Основные типы иллюзий:

– куб Неккера: демонстрирует неустойчивость ориентации объекта. В чертежах без штриховых линий деталь может визуально «выворачиваться» (рисунок 1);

– лестница Пенроуза: невозможные фигуры. В CAD-системах при определенных ракурсах возникают визуальные парадоксы, маскирующие пересечения деталей (рисунок 2).

Согласно теории «визуального интеллекта» Д. Хоффмана, человек конструирует мир по определенным правилам [3]. При работе с чертежом эти инстинкты часто конфликтуют со

стандартами. Например, мозг стремится к симметрии: едва заметный скос может игнорироваться, и образ достраивается до привычного прямоугольника.

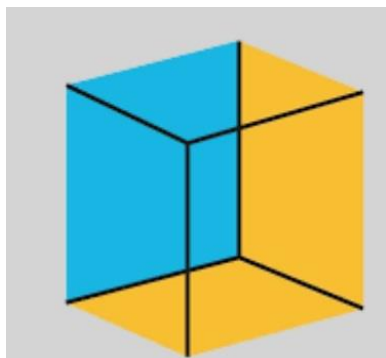


Рисунок 1 – Куб Неккера

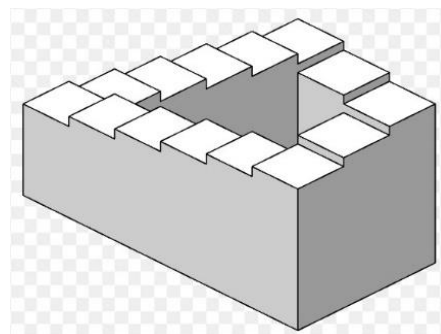


Рисунок 2 – Лестница Пенроуза

Различия в способности «видеть» объем обусловлены развитием пространственного мышления и эффективностью работы вентрального и дорсального потоков обработки информации в коре головного мозга. Изучение дисциплины «Инженерная компьютерная графика» в БГУИР направлена на тренировку этих когнитивных путей, переводя восприятие из области интуиции в область алгоритмического анализа.

Различие между художественной иллюзией и техническим браком заключается в интенции. В инженерии иллюзия – это катастрофа. Потенциальные последствия:

- производственные ошибки: неверная интерпретация уклона или глубины отверстия приводит к порче заготовки;

- коллизии при сборке: в аксонометрии детали могут казаться непересекающимися, тогда как физически монтаж невозможен. Известны случаи, когда из-за удачного ракурса не замечались критические зазоры в системах охлаждения.

Для проверки гипотезы о влиянии иллюзий на восприятие документации авторами было проведено тестирование студентов ФКП БГУИР (выборка: 47 человек, группы 513801–513803). Результаты приведены в таблице 1. Методика включала три теста:

1 Инверсия (Куб Неккера): определение ближней грани каркасного куба без штриховых линий за 5 секунд.

2 «Невозможная фигура»: оценка реализуемости детали в металле по чертежу со скрытым пересечением плоскостей.

3 Семантическая полнота: отличие цилиндрической поверхности от призматической на чертеже вала без осевых линий и знаков диаметра.

Таблица 1 – Результаты тестирования

Тип теста	Правильные (%)	Время (с)	Причина ошибки
Инверсия	42	8,2	Когнитивное переключение
Невозможная деталь	58	12,5	Gestalt-достраивание
Без ЕСКД-меток	33	15,0	Неоднозначность проекции

Система государственных стандартов (ГОСТ) выступает в роли фундаментального механизма снижения неопределенности данных в инженерной графике [3]. Технические приемы визуализации, такие как выполнение разрезов и сечений, необходимы для детализации сложной геометрии: они устраняют визуальное наложение линий, делая внутреннюю структуру объекта доступной для однозначного анализа. Немаловажную роль играют унифицированные условные обозначения (символы диаметра, квадрата), которые функционируют как жесткие смысловые маркеры, направляя интерпретацию чертежа в строго определенное русло и исключая вариативность понимания формы. Завершающим элементом данной системы являются осевые линии, создающие логический скелет изображения; они

фиксируют оси симметрии и предотвращают возникновение оптических иллюзий, связанных с кажущимся смещением или нарушением пропорций детали.

Концепция применения нейросетевых алгоритмов для оценки психологической понятности проектной документации представляет собой перспективное направление в области технической коммуникации. Современные языковые модели способны анализировать тексты по множеству параметров: сложность синтаксических конструкций, плотность терминологии, логичность изложения и когнитивная нагрузка на читателя.

Практическая реализация подобной системы предполагает обучение модели на размеченных корпусах документации с экспертными оценками понятности, после чего алгоритм способен автоматически выявлять проблемные фрагменты – избыточно сложные предложения, неопределённые референции, логические разрывы между разделами. Результатом становится не просто метрика читабельности, а конкретные рекомендации по улучшению текста с учётом целевой аудитории: разработчик, менеджер или конечный пользователь воспринимают одну и ту же документацию принципиально по-разному.

Ключевое преимущество перед традиционными индексами читабельности (Флеш, Ганнинг Фог) состоит в контекстуальном понимании: нейросеть учитывает не только длину предложений и частотность слов, но и смысловую связность, соответствие терминов предметной области и структурную последовательность требований.

Заключение. В аспекте обеспечения надёжности оптические иллюзии и геометрическая многозначность проектной графики выступают существенными факторами инженерного риска. Переход к 3D-моделированию трансформирует данную проблему в плоскость «цифровой неопределённости», где ошибки связаны с интерпретацией виртуальных данных. Для современного инженера чертеж – это интерфейс передачи смыслов от модели к человеку, поэтому совместное применение норм ЕСКД и принципов когнитивной эргономики позволяет снизить вероятность ошибочного прочтения, обеспечивая однозначность документации и надёжность технических решений.

Список литературы

1. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие для вузов...: Наука, 2018. – 272 с.
2. Хоффман Д. Визуальный интеллект: как мы создаем то, что видим. – М.: Ломоносовъ, 2011. – 304 с.
3. ГОСТ 2.305-2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения. – М.: Стандартинформ, 2010.

UDC 004.925.8

STUDY OF GRAPHIC INFORMATION PERCEPTION DISTORTIONS IN ENGINEERING PRACTICE

Shvabo D.V., Sorokin M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article examines the problem of ambiguity in the interpretation of graphical data in engineering, caused by optical illusions and cognitive mechanisms in the perception of 2D projections. A hypothesis is proposed regarding the emergence of «digital ambiguities» within CAD environments.

Key words: engineering graphics, optical illusions, cognitive psychology, CAD systems, design, visual perception