

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. А. Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»



На правах рукописи

Мартемьянова Евгения Александровна

**Метод анализа структуры формы объектов
предметно-пространственной среды**

Специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
профессор, кандидат технических наук Волкодаева И.Б.

Москва – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ.....	13
1.1. Особенности и задачи отечественного художественного проектирования в новом (шестом) технологическом укладе.....	13
1.2. Новая парадигма восприятия структуры формы объектов дизайна предметной среды.....	22
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ I	45
ГЛАВА II. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ	47
2.1. Разработка алгоритмов количественной оценки параметров визуальной массы объектов дизайна среды.....	47
2.2. Разработка метода анализа визуальной структуры формы объектов дизайна среды	69
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ II.....	88
ГЛАВА III. АПРОБАЦИЯ ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДА В ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ СТРУКТУРЫ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ.....	89
3.1. Существующие методы определения сложности структуры формы объектов дизайна среды.....	89
3.2. Разработка матрицы определения сложности структуры формы объектов дизайна среды	94
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ III	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ.....	131
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	133

ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	146
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	148
ПРИЛОЖЕНИЕ С.....	165

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Мировая цивилизация быстро входит в новый (шестой) технологический уклад, грозящий в ближайшее время радикально поменять наши представления об алгоритмах формообразования окружающей нас предметной среды. Несмотря на то, что форма исторически всегда была в поле зрения инженеров, архитекторов, дизайнеров и художников, в наши дни в процедурах ее оценки всё ещё присутствует не до конца исследованная ситуация. С точки зрения современной науки шестого технологического уклада мир состоит из объектов, включающих в себя, два наиважнейших физических компонента – форму и образующее ее поле, благодаря которым бесформенное вещество становится объектом. Ученые тысячелетиями исследовали и продолжают исследовать вещество, забыв при этом обратить внимание на форму. Лишь в конце прошлого столетия, столкнувшись с физикой микромира, научный мир вынужден был признать элементарные частицы не только как корпускулярные, но и как волновые образования, теряющие свойство четкой локальности. С позиций современной науки форма представляет собой феномен волновой (полевой) структуры, очертания которой совпадают с пространственными характеристиками того или иного предмета. Утверждается, что форма объектов характеризуется, как некоторая система распределения амплитуд ее излучения. Существует гипотеза о том, что окружающая нас предметная среда рассматривается как некая стоячая волна, подобная голографическому изображению. Расположение амплитуд этой волны представляет собой функцию кривизны отображаемого предмета.

Стремительно нарастает актуальность одной из наиболее важных и не до конца исследованных задач – разработки метода объективного анализа *формы* объектов, выделяемых не только зрительным анализатором человека, но и разрабатываемыми в настоящее время «человекоподобными» системами технического зрения. Известно, что форма понимается как *структура*,

воспринимаемая в большинстве случаев в виде некой системы организации, характеризующей взаиморасположение и связь её составных частей. В то же время предметно-пространственная среда, в которой находится анализируемый объект, также является множеством элементов, образующих структуру. Наблюдая сложность форм объектов, образующих структуру окружающей нас среды, или даже небольшой её составной части, можно сделать вывод о необходимости использования в архитектурно-дизайнерском формообразовании современных компьютеризированных технических систем.

Ещё в середине 60-х годов прошлого века отсутствие знаний о сути формы, о механизмах ее оценки человеком стало препятствием не только в развитии отечественного художественного конструирования, но и в ряду других научных направлений, таких как квалиметрия, стандартизация, патентование, теория распознавания образов, подготовка кадров в архитектуре и дизайне, военная инженерная психология. Использование существующего языка изображений аналитической геометрии и алгебры в описании формы объектов оказалось недостаточно эффективным. Попытки говорить о красоте формы, ограничиваясь понятиями диаметра, высоты, ширины, длины, глубины, толщины, симметрии, площади, периметра, угла, ребра и т.п., не смогли существенно продвинуть вперед науку о красоте зрительно воспринимаемых структур внешнего облика наблюдаемых объектов. Лишь в последние годы отечественными и зарубежными исследователями стали предприниматься попытки создания информационных моделей объектов среды, изоморфных на врожденные механизмы системы зрительного восприятия человека, позволяющих анализировать изображения в реальном масштабе времени в условиях априорной неопределенности объектов и сцен, наблюдаемых в поле зрения.

В качестве эффективных признаков, пригодных для описания формы объектов, автором были предложены характеристики элементов изображений, выделяемые зрительной системой человека на начальном (скоростном) этапе процесса восприятия. Исследования особенностей распознавания изображений в

предпороговой области их зрительного восприятия позволили ввести в практику идентификации объектов среды не геометрические, а психофизиологические понятия, такие как: «визуальная масса», «степень динамичности», «вектор динамичности» визуальной массы, «кортеж» зрительного восприятия, «ключ» композиции, «динамическая ось», «композиционный центр». А качественно новый подход к пониманию формы как волновой субстанции, одновременно обладающей и вещественной, и полевой структурой, позволил создать аксиоматику теории формальной композиции. В задачу данной теории входит разработка общих основ анализа и синтеза структурирования объектов среды в соответствии с врожденными и приобретенными стратегиями зрительного восприятия. Сегодня теория композиции окончательно сформировала свой предмет, свои методы анализа и синтеза, свою терминологию, свои практические приложения. В то же время характеристики формы объектов среды остаются до конца не исследованными. Можно видеть, как научные достижения начала шестого технологического уклада – эры тотального роботостроения – начинают в корне менять традиционные представления о форме предметов. На современном этапе развития методов анализа и синтеза композиций востребованы новые знания об алгоритмах анализа форм полноцветных изображений. Знания об энергетических свойствах формы, о её полевой структуре становятся все более актуальными не только в дизайне предметно-пространственной среды, но и в инженерных науках, где они переплетаются с требованиями прочности и технологичности конструкций, безопасности жизнедеятельности человека, становятся в один ряд не только с эстетическими, но и с экологическими и эргономическими требованиями.

Объект исследования – визуальная структура формы объектов дизайна предметной среды, представляющая собой зрительно воспринимаемую совокупность композиционных центров и динамических осей внешнего вида.

Предмет исследования – методы анализа визуальной структуры формы объектов дизайна предметно-пространственной среды.

Цель работы – разработка и внедрение метода анализа визуальной структуры формы объектов предметной среды для решения задач художественного проектирования.

Задачи исследования:

- 1) Изучить становление методов анализа формы объектов дизайна среды во временном интервале: конец XIX в. - начало XXI в;
- 2) Разработать алгоритмы количественной оценки параметров визуальной структуры формы объектов предметной среды, проверить соответствие разработанных алгоритмов устойчивым стратегиям анализа зрительной системы человека;
- 3) Применить полученный метод в решении задачи определения структурной сложности формы объектов дизайна и апробировать полученные результаты на примерах структурирования композиций предметной среды различных уровней.

Временные границы исследования

Историко-временные границы исследования определяются с конца XIX в. (выход работы Г.Т. Фехнера «Введение в эстетику», положившей начало экспериментальной эстетике). При этом особый акцент делается на первом десятилетии текущего столетия (2000 – 2011 гг.), как периоде бурного развития информационных технологий и их активного внедрения в анализ формы в художественном проектировании.

Гипотеза исследования

В гипотезу данной диссертационной работы входят следующие положения:

- 1) Информационные технологии становятся всё более важным фактором в дизайнерской деятельности, они демонстрируют радикально новые возможности ускоренного анализа предметно-пространственной среды;
- 2) Оценка визуальной сложности формы объектов дизайна предметно-пространственной среды должна осуществляться на основе

психофизиологических, а не геометрических или математических характеристик;

3) Алгоритмы компьютерной оценки параметров визуальной структуры максимально сложных цветных изображений объектов предметно-пространственной среды, позволят получить качественно новые результаты при создании дизайн-проектов.

Достоверность данных гипотезы основана на растущем проникновении компьютерных технологий в современную художественно-прикладную культуру.

Методы исследования

Эмпирическая база исследования включает в себя шестнадцать специально изготовленных тестовых образцов цветных поверхностей с измеренными значениями доминирующей волны, чистоты цвета и коэффициента отражения, представляющих все участки видимой человеком области цветов анализируемой формы или всего изображения.

Вместе с этим, для решения поставленных в работе задач, использовались дополнительные методы исследования:

- *метод выбора тестовых форм;*
- *метод визуального «взвешивания» тестовых элементов на экране компьютера;*
- *метод видеосъемки.*

Острота зрения испытуемых устанавливалась по общепринятой методике с использованием таблиц Головина. Цветовосприятие анализировалось с применением таблиц Рабкина. Общее количество испытуемых составило 210 человек.

Комплексный подход к изучению структуры формы объектов дизайна предметно-пространственной среды базируется на:

- *статистических методах сбора и обработки информации с целью последующего подтверждения полученных данных;*

– сравнительно-сопоставительном анализе факторов, влияющих на формирование процессов структурирования объектов предметно-пространственной среды;

– сравнительном литературном анализе для обобщения информации смежных областей науки в вопросах оценки визуальной структуры формы наблюдаемых объектов среды.

Научная новизна исследования

Следует выделить основные положения, определяющие научную новизну исследования:

1. В результате изучения методов анализа внешнего вида объектов дизайна среды во временном интервале: конец XIX в. – начало XXI в., был рассмотрен и систематизирован существующий перечень признаков, характеризующих визуальную структуру форм. В данном перечне были выделены наиболее эффективные признаки описания формы и предложены новые признаки, характеризующие структуру (порядок композиционных центров, порядок динамических осей, вещественные и мнимые элементы, энергетические (полевые) параметры);

2. Впервые разработан метод анализа визуальной структуры формы объектов дизайна, позволяющий более детально рассматривать структуру элементов и кластеров уровней предметной среды. Созданный метод соответствует стратегиям зрительного восприятия среды человеком и позволяет значительно повысить качество художественного проектирования;

3. Разработаны четыре алгоритма и создана программа количественной оценки параметров визуальной структуры формы объектов дизайна предметной среды «Анализатор – М», которые существенно ускоряют и оптимизируют процессы художественного проектирования в различных сферах дизайна, а также помогают формулировать рекомендации для коррекции проектных решений.

4. Создана матрица определения структурной сложности формы объектов дизайна предметной среды, позволяющая:

- оценивать сложность линейных, контурных, точечных композиций всех уровней среды;
- проводить сравнительный анализ формообразования различных объектов внутри кластеров и уровней среды;
- оценивать энергетическую (полевую) структуру форм отдельных объектов;
- определять степень сложности как всего объекта, так и его локальных зон;
- рассчитывать порядок композиционных центров и динамических осей.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Метод анализа структуры формы объектов дизайна предметно-пространственной среды;
2. Алгоритмы количественной оценки параметров визуальной структуры формы объектов дизайна предметно-пространственной среды;
3. Матрица определения структурной сложности формы объектов предметно-пространственной среды.

Теоретическая и практическая значимость работы

Методика анализа визуальной структуры формы может быть использована в качестве естественнонаучной основы художественного проектирования объектов предметной среды, поскольку она учитывает механизмы зрительного восприятия человека, дает возможность существенно увеличить глубину исследования структур композиций в архитектуре и дизайне, а также позволяет сократить сроки аналитической работы.

В практическом плане проведенное научное исследование позволяет оптимизировать процесс реального проектирования в области создания предметно-пространственной среды, вывести его на качественно новый уровень и создавать инновационное формообразование с учетом зрительного восприятия человека.

Результаты полученные в ходе исследований внедрены в учебные процессы в Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете,

Нижегородском государственном педагогическом университете, а разработанная программа «Анализатор-М» количественной оценки параметров визуальной структуры формы используется для анализа объектов предметной среды в рамках учебного курса «Проектирование» на кафедрах дизайна.

Апробация и внедрение результатов исследования

Научные результаты исследования докладывались автором на 3 всероссийских и 7 международных конференциях и форумах, в том числе:

– в рамках руководства проектами: «Разработка приборной панели для универсального спасательного средства (УСС)»; «Разработка пассажирского кресла, предназначенного для УСС»; «Разработка внешнего облика УСС»; «Разработка пассажирского салона, внутреннего пространства кабины УСС» в Научно-производственном центре «Транспорт» при Нижегородском Государственном Техническом Университете им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород 2013–2016гг.).

Результаты исследования получили высокую оценку министерства промышленности:

2014 – Лауреат гранта Нижегородской области в сфере науки, технологий и техники «Разработка программных модулей оценки признаков элементов сложных композиционных структур в задачах восприятия окружающей обстановки системами технического зрения», в соответствии с распоряжением Правительства Нижегородской области от 10.07.2014 года № 1251-р «О предоставлении грантов Нижегородской области в сфере науки, технологий и техники».

Результаты исследования включены в программы практических занятий по курсу «Проектирование» и «Теория и методология дизайн-проектирования» на кафедре «Промышленного дизайна» ННГАСУ г. Нижний Новгород, и были использованы при разработке ряда учебных и дипломных проектов, под руководством Е.А. Мартемьяновой в 2014-2018 уч. годах.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 16 печатных работах, 5 из которых – в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. По своей структуре диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов по каждой главе, заключения, общих выводов по работе, списка литературы и 3 иллюстративных приложений. Работа изложена на 165 страницах машинописного текста; количество иллюстраций – 125, таблиц – 39. Список литературы состоит из 155 наименований (на русском и английском языках).

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ

Чтобы понять суть формообразования в дизайне, как творческого инструментария при решении проектных задач, необходимо рассмотреть исторические корни, причины и закономерности становления новых подходов к современному пониманию формы объектов предметно-пространственной среды.

1.1. Особенности и задачи отечественного художественного проектирования в новом (шестом) технологическом укладе.

Сегодня, в уже наступившем шестом технологическом укладе (см. приложение А.), наблюдается тотальная роботизация на базе широкомасштабного развития «цифровых» технологий, положено начало организации сфер жизнедеятельности по принципу «нейросетей», ускоряется развитие искусственного интеллекта, происходит массовое создание как биологических, так и биотехнических объектов. Все это говорит о переходе человеческой цивилизации на качественно новую ступень своего развития – полноценное творение «второй природы» (наряду с искусственной неживой предметной средой, производство искусственной живой предметной среды). Главным товаром и компонентой развития современного мира становятся человеческий интеллект и знания.

При этом область общественной художественной мысли и архитектурно-дизайнерского творчества постоянно подвержено влиянию научно-технического прогресса. Сегодня художественная культура, как никогда ранее, испытывает на себе воздействие научных открытий, технических изобретений, новых технологий. Существующий поток уникальных открытий и изобретений все быстрее проникает в сферу общественного художественного сознания, где ещё недавно в научных направлениях наблюдался объяснительно-описательный

период и считалось, что художественное проектирование может выполняться только людьми, но никак не компьютерами с их искусственным интеллектом.

Следует отметить, что каждый технологический уклад порождает нечто новое в такой степени, что это новое воспринимается как «чудо», вызывающее всеобщее восхищение [24]. Например, в третьем укладе это была возможность передачи изображения и речи на расстояние, в четвертом укладе – возможность полета в космическом пространстве, в пятом укладе – явное превосходство искусственного интеллекта над игрой чемпиона мира по шахматам. И в шестом технологическом укладе нас ожидает сверхновая реальность. Современные технологии требуют ранее неизвестных, качественно новых методов художественного проектирования, новых методов обучения проектировщиков и новых средств проектирования. Добиться успеха в современном художественном проектировании можно будет только при наличии акцента на «прорывные технологии», при отказе от малоперспективного копирования зарубежных проектов.

В новом укладе цифровые технологии ставят перед современным отечественным художественным проектированием ряд очень важных и актуальных задач, таких как оснащение дизайн-студий проблемно-ориентированными экспертными системами, позволяющими решать слабоструктурированные и неструктурированные проектные задачи, количественные выражения существенных зависимостей в которых неизвестны. Цель такого рода систем, играющих роль копилки знаний, объемы которых несоизмеримо выше знаний отдельного работника, – достижение таких результатов, которые можно получить при сотрудничестве лучших специалистов в своих областях. Необходимо отметить, что на протяжении двух последних десятилетий компании, занимающиеся дизайном (в основном зарубежные), уже оснащаются подобными системами, как например, российским программным продуктом с названием «Решатель задач», выступающим копилкой знаний о физических и технологических процессах. Существовавшие ранее узкоспециализированные системы, представляющие собой, образно говоря,

«кирпичики» человеческого интеллекта, постепенно отходят на второй план. Примером устаревшей отраслевой системы может служить отечественная экспертная система с названием «Показатель», выдающая конструктору рекомендации направленные на проведение мероприятий по совершенствованию эстетического качества панелей управления электронных измерительных приборов.

Современные экспертные системы являются самообучающимися и разрабатываются в рамках задач по созданию «нейросистем» – вычислительных сетей более высокого уровня. В отличие от классических жестко алгоритмических процедур они характеризуются способностью получать информацию в любом порядке, с использованием чисто описательных способов. Экспертные системы обладают способностью систематизировать и упорядочивать информацию, сравнивать ее с уже имеющейся. Как ответ на запросы практики, в данном научном направлении появился и окончательно утвердился новый термин – «нейродизайн», который подразумевает под собой творческую деятельность, построенную на новейших информационных технологиях.

В настоящее время для социального развития общества, требуется разум, вооруженный достижениями кибернетической техники. Пришло осознание современной цивилизации как проектной. Развитие проектной культуры существенно ускорилось, и случайные открытия сменились целевыми научными поисками. В отличие от гуманитарной культуры, в поле зрения которой находится человеческий опыт, субъективность, воображение, суждение и заинтересованность в справедливости, в проектной культуре на первый план выходит выразительность, изобретательности и практичность. Утверждается, что проектная культура является особой самостоятельной частью современной цивилизации, третьей культурой, сложившейся наряду с естественнонаучной и гуманитарной, а, возможно, в какой-то мере, и располагающейся над ними.

Тотальная роботизация – одна из основных характеристик шестого технологического уклада [130]. Во-первых, она непосредственно связана, с интенсивным освоением безлюдных, гомогенных пространств. К ним относятся

богатые полезными ископаемыми зоны Арктики и Антарктики, глубоководные океаны и моря, подземное пространство и стратосфера (незаполненная материальными объектами зона, расположенная между атмосферой и космосом). Несмотря на то, что каждое из перечисленных пространств обладает уникальными экологическими факторами, количественные значения которых лежат за пределами значений точек минимума и максимума жизнедеятельности человека, современный научно-технический прогресс позволяет повсеместно перейти к созданию обитаемых предметно-пространственных сред жизнедеятельности человека в пока ещё безлюдных зонах Земли. Освоение безлюдных пространств существенно влияет на методику процессов художественного проектирования. На современном этапе архитектурно-дизайнерского проектирования, заполнения гомогенных предметных сред промышленными объектами, выполняющими наиболее дорогостоящую и важную работу, дизайнеры, наряду с использованием новейших композитных материалов, систем с самодиагностикой, самосборкой, саморемонтом и заменой вахтового метода работы на долговременную работу роботов, нередко предпочитают ограничиться технологией «удаленного присутствия», когда человеческое тело заменяется на прочного и устойчивого к повреждениям робота, а человек-оператор управляет роботом с любого пункта в режиме обратной аудиовизуальной связи. Примером проектного подхода может служить разработка отечественного робота-андроида для выполнения ремонтных и монтажных работ в открытом космосе на ныне действующей международной космической станции. Преимущество такой технологии перед другими вариантами роботизированных систем состоит в относительной дешевизне ее реализации и ремонтных работ, в минимизации финансовых рисков и естественности управления со стороны человека-оператора. Сегодня важен и первый отечественный опыт художественного проектирования арктического транспорта различного назначения, например, глубоководных роботов, выполняющих различные работы под водой, выходящих с грузом со дна на необустроенный берег, интересны первые художественные проекты подземных роботов, предназначенных для

проведения спасательных работ. Во всех вышеупомянутых проектах мы видим новые композитные материалы, свойства которых придают машинам качественно новое образное решение внешнего вида.

Наконец, дизайнеры приступили к решению задачи широкого внедрения альтернативной энергетики с целью заполнения безлюдных пространств Арктики и Сибири теплом и светом, и проектируют, так называемую, «безуглеродную среду» [130]. Год от года количество желающих делать энергию в домашних условиях постоянно возрастает. Во многих странах приняты нормы, освобождающие владельцев автономных источников энергии от налогов и компенсирующих часть капитальных расходов мини-производителю энергии. Например, энергетические компании США обязали покупать электрическую энергию у владельцев альтернативной энергетики по выгодным ценам. В ФРГ принят закон о льготах владельцам локальных энергетических установок, а централизованные электросети покупают излишки электрической энергии у мини-производителей. Налоговые льготы существуют также в Великобритании и других странах. Неравномерность нагрузки, скачки и пики электроэнергии все труднее контролировать даже самыми современными системами управления электросетями. Поэтому возможности подачи электрической энергии жильцам загородных домов часто ограничиваются 5–6 кВт, а для нормального функционирования системы отопления, горячего водоснабжения, приготовления пищи и других бытовых нужд необходимо иметь мощности в 25–30 кВт.

Предварительный анализ данной проблемы показал, что энергонезависимые источники (ЭНИ) сегодня нужны буквально всем жителям нашей страны, и они готовы их приобретать по ценам, не превышающим стоимость бензогенераторов. По мнению экономистов, производство и торговля ЭНИ – весьма прибыльное дело, а Россия не является новичком в решении подобного рода задач. Невозможно представить, чтобы нашу страну, занимающую территорию диаметром в 11 тысяч километров, в обозримом будущем можно было бы полностью покрыть линиями электропередач и трубопроводами, обеспечивающими электро- и газоснабжение. К сожалению, со сменой

партийного руководства страны в 1964 году, постановление о разработке альтернативных источников энергии и средств подавления радиации, поддержанное видными отечественными учеными С. Королевым, И. Курчатовым, М. Келдышем, В. Мишиным, М. Тихонравовым, не было реализовано в полной мере. США, привязавшие мировую финансовую систему к стоимости бочки с нефтью (и придумавшие термин «черное золото»), и Россия, для которой торговля нефтью пока остается единственным средством для своего существования, в наибольшей степени не заинтересованы в распространении ЭНИ. С этим положением крайне не согласны жители этих стран. Поэтому в частной науке число разработок домашних микроэлектростанций постоянно растет. Сегодня на основе анализа открытых публикаций предлагаемые действующие образцы ЭНИ можно свести, в самом общем виде, к двум конструктивным решениям. Первый класс ЭНИ – это источники, генерирующие электроэнергию потребителям в виде её излишка при возникновении резонанса в электросети и специальной электронной схеме возбуждаемого генератора, от которого потребитель может получать электроток мощностью до 25 кВт, с гарантией работы установки не менее ста лет. Второй класс ЭНИ – это ЭНИ, работающие на магнитных элементах, роторы генераторов которых вращаются в результате наличия постоянной несбалансированности сил магнитного и гравитационного полей. По всей вероятности, именно работу ЭНИ такого класса прокомментировал корреспонденту газеты «Комсомольская правда» Е. Домнышевой в 1995 году председатель Межведомственной комиссии по научно-техническим вопросам оборонной промышленности Совета безопасности РФ, академик М. Малей. Он высказал следующее: «У нас есть несколько работ на стадии опытно-конструкторских разработок, которые противоречат здравому смыслу, не описываются ни одним уравнением, но результаты просто убийственные, волосы поднимаются. Например, двигатель с тягой 500 килограммов, работающий на странной энергии. По известным законам он вообще не должен работать». Следует отметить, что подобного рода «вечный двигатель», бросающий вызов законам природы, был изобретен ещё в 1700-х годах немецким изобретателем

Иоганном Бесслером (взявшим себе в 1715 году новое имя – Орфериус) [128]. Первая его известная выставка «Самодвижущееся колесо» была организована в городе Гера в 1712 году. Изобретатель представил тонкое колесо 3 фута диаметром и 4 дюйма толщиной, которое вращалось на горизонтальной оси с постоянной скоростью 60 об/мин и могло поднимать вес в несколько фунтов. В последующие годы автор продемонстрировал серию колес различной величины и мощности. Орфериус утверждал, что его устройства работают за счет колеблющихся грузов, сочетающих гравитационные, центробежные и центростремительные силы. Он подчеркивал, что его изобретение абсолютно простое и его может сделать любой плотник. Сегодня не исключена вероятность того, что в результате появившихся в свободной продаже ниобиевых (производство России) и ниодимовых (производство КНР) магнитов большой силы, а также благодаря простоте конструкции колес второй группы, с изготовлением реального домашнего образца ЭНИ может справиться любой школьник. Россия столкнется с ситуацией, подобной сборке школьниками в домашних условиях квадрокоптеров, полеты которых правительство, спохватившись, безуспешно пытается взять под жесткий контроль. По этой причине с отечественным энергетическим технопрорывом необходимо спешить. Обходя нефтяное и ядерное лобби, игнорируя академические дезинформирующие разговоры о невозможности существования «вечных двигателей», отечественным дизайнерам пора приступать к разработке национальной дизайн-программы, предлагающей массовое производство министанций индивидуального, сельского, поселкового и городского значения. С использованием жителями России ЭНИ произойдет реальное освоение Арктики и Сибири, разрешится проблема снабжения сельхозпродуктами и озонированной питьевой водой в любых географических широтах, жизнь в подземных и подводных средах станет не сказкой, а былью.

В настоящее время Сибирь и Арктика требуют качественно новых транспортных средств. Отечественные дизайнеры уже принимают самое активное участие в создании новых транспортных артерий России, соответствующих

шестому технологическому укладу. Год от года капитаны бизнеса расширяют номенклатуру проектов плавающих многоэтажных кораблей-городов, предназначенных для жизнедеятельности и отдыха людей в теплых морях. Растет количество туристов, желающих побывать в космосе и на полюсах земного шара. Нет сомнений и в том, что в России «после нефти» транспортные средства приобретут совершенно иной облик [139]. Обновление в первую очередь затронет авиацию, где существующие принципы полета сопряжены с большой опасностью. Летательные аппараты будут бесшумными, экологичными и с многократной степенью безопасности. Отрадно, что мечта о создании безопасного летающего транспорта стала материализоваться в России.

В отличие от стран-лидеров в промышленной и финансовой областях, для которых вложение денежных потоков в развитие производств нового шестого технологического уклада весьма затратно, модернизация промышленности в России может пройти быстро и с наименьшими финансовыми потерями. Опираясь на прорывные технологии, Россия не понесет больших расходов на реконструкцию и модернизацию своих производительных сил. При этом реализация стоящих перед отечественными дизайнерами задач возможна лишь на базе новой вычислительной техники и новых цифровых технологий, уничтожающих рутинную работу.

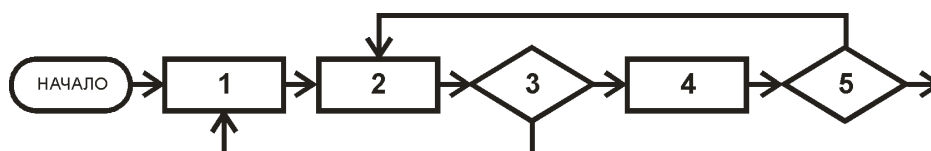


Рис. 1. 1. Алгоритм выбора состава и построения структуры формы объекта наблюдения

Инновационная деятельность конструктора-изобретателя, чаще всего predetermined, полностью формализована и ограничена лишь профессиональной сферой, в то время как инновационная деятельность дизайнера охватывает большую сферу явлений, принципов, механизмов и до конца остается

неформализованной. Упрощенный алгоритм выполняемого дизайнером формообразования какой-либо средовой композиции в самом обобщенном виде показан на рисунке 1.1, где 1 – выбор элементов композиции; 2 – синтез композиции визуально воспринимаемого уровня среды J ; 3 – эстетическая оценка качества структуры композиции уровня J ; 4 – синтез композиции визуально воспринимаемого низшего уровня среды $J - 1$; 5 – эстетическая оценка качества структуры композиции уровня $J - 1$. Важно отметить, что процедура оценки качества (блоки 3 и 5) выполняется на основе знаний теории композиции. К сожалению, знаний, характеризующих композицию как порождающую эстетические чувства структуру, сегодня явно недостаточно, так как нет эффективного формализованного языка описания структуры внешнего вида наблюдаемых объектов среды. По этой причине, одной из наиболее актуальных и важных задач является разработка методики формального анализа структуры окружающей нас предметно-пространственной среды, представляющей собой визуально воспринимаемую композицию с максимально возможным числом элементов, связанных друг с другом значениями признаков, характеризующих их форму, цвет, ориентацию, размеры и местоположение. Для решения такого рода сложнейшей задачи потребовалась разработка математического обеспечения необходимых компьютеризированных технических систем, разработка программного обеспечения, предназначенного для сортировки элементов композиции по визуально воспринимаемым уровням, выделения внутри уровней кластеров элементов, количественного анализа признаков элементов и кластеров с последующей выдачей рекомендаций проектировщику объектов среды. К не менее важному разделу поставленной задачи следует отнести рассмотрение исторических корней, причин и закономерностей становления подходов к новому пониманию структуры формы объектов предметно-пространственной среды.

1.2. Новая парадигма восприятия структуры формы объектов дизайна предметной среды.

Функционирование человека в окружающей его предметно-пространственной среде представляет собой полисистемный процесс, одной из главных компонент которого является сенсорный анализ характеристик состава и структуры окружающей его среды. В системе перцептивных действий человека главная роль принадлежит его зрительному анализатору, воспринимающему более 80% всей информации об отражаемой действительности. При этом среди признаков элементов воспринимаемых изображений, характеризующих форму, цвет, ориентацию, размеры и местоположение, главенство принадлежит действиям обнаружения, различения и идентификации формы. И форма здесь – наиважнейший признак. Согласно словарю иностранных слов [115], **форма** (лат. forma) понимается двояко: во-первых, как наружный вид, внешнее очертание чего-либо; во-вторых, как структура, воспринимаемая в большинстве случаев в виде некой системы организации, характеризующей взаиморасположение и связь её составных частей. И в первом и во втором случае, говоря о форме, мы имеем дело с пространственной совокупностью рукотворных и нерукотворных объектов, взаимосвязанных и рассматриваемых как единое целое. Любая воспринимаемая зрительной системой человека форма обладает не только видимой, но и «скрытой» полевой структурой. **Поле формы** – присущее формам или сочетанию форм свойство определенным образом фокусировать, рассеивать, интерферировать, отражать, усиливать, ослаблять или каким-либо иным образом изменять энергоинформационные сигналы, физические поля и излучения как естественного, так и искусственного происхождения [67].

Полевую структуру приблизительно демонстрируют разряды молний, структуры из стальных опилок или шаров в магнитном поле, картины свечения газового разряда, возникающего вблизи поверхности объекта, помещенного в электромагнитное поле высокой напряженности (эффект Кирлиан) [61].

Практический опыт показывает, что:

– любой выступ на поверхности объекта подобен антенне, энергетическая характеристика которой может быть оценена методом газоразрядной визуализации;

– напряженность поля формы (объектов, фигур или линий) достигает максимумов по биссектрисам углов [130];

– единственное трехмерное тело, в виде пирамиды с квадратным основанием, в максимальной степени фокусирует энергию поля по биссекторной оси, проходящей через ее вершину;

– точки пересечения биссектрис углов формы представляют собой фокусы (лат. focus - очаг) [77];

– кроме биссекторных осей, максимальным уровнем концентрации энергии обладают линии, соединяющие центра масс намагниченных, заряженных, и им подобных объектов;

– любая форма образует свою волновую сигнатуру [47];

– приковывающие внимание наблюдателя «пустые» участки изображения могут обладать повышенной напряженностью поля, т.е. представлять собой фокусы;

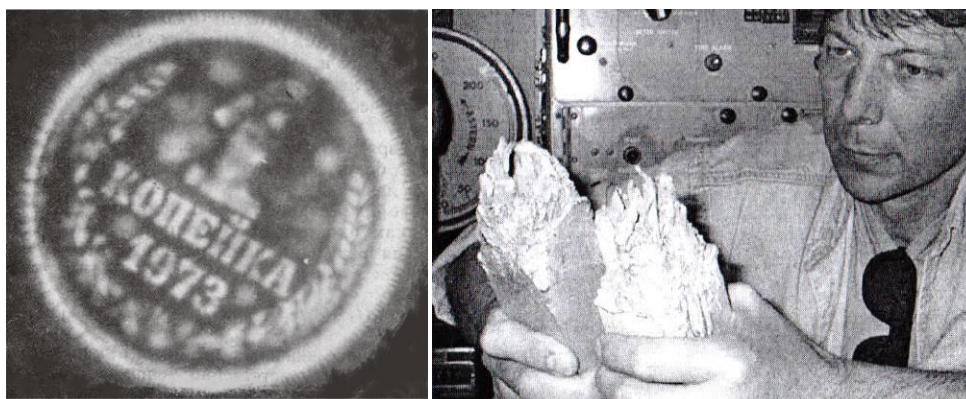
– выделение зрительной системой человека видимых и невидимых (полевых) фокусов и биссекторных осей – суть зрительного восприятия объектов среды, архитектурных и дизайнерских композиций;

– в любой точке пространства форма твердого тела (объекта) может быть размягчена или разрушена волновым воздействием (эффект Хатчисона) [111];

– формы объектов среды способны оказывать негативное воздействие на поля человеческого организма [67];

– волновым воздействием на форму геномов животных или растений можно получить генномодифицированные объекты с ранее не существовавшими на планете формами (например, соединить в один живой организм курицу и картофельный куст [46]).

Более тонкие проявления так называемого «эффекта формы» давно интересуют аудиторию ученых, работающих, например, в области гальванических покрытий, в исследованиях прочности машин и механизмов, в проектировании электрических машин, в конструировании антенн радиотехнических устройств, в архитектуре и дизайне [134, 135].



а)

б)

Рис. 1. 2. Эффекты формы: а – эффект Кирлиан (свечение газового разряда над выступающими поверхностями объекта, помещенного в электромагнитное поле высокой напряженности; б – эффект Хатчисона (разрушение твердых тел в зоне интерференции электромагнитных волн)

Идеи о влиянии искусства на людей, о наиболее благоприятных для восприятия структурах и формах произведений искусства выдвигались учеными, начиная с античности. С доисторических времен и по сей день для анализа формы внешнего вида зданий, сооружений, промышленных изделий или каких-либо других объектов среды применялись и применяются понятия геометрии. Площадь, высота, ширина, длина, диаметр, периметр, толщина, угол и другие геометрические параметры характеризуют размеры, ориентацию и местоположение объектов. Цветовые характеристики выражаются физическими величинами.

Сегодня при анализе формы как организации, как композиции, понятий геометрии и физики явно не хватает. Дело в том, что рассматривая форму в виде

композиции, проектировщики вынуждены встречаться с качественно иными понятиями: массой элементов изображения, динамикой массы, направлениями динамики массы, визуально воспринимаемыми связями элементов и другими не геометрическими, а скорее психофизиологическими факторами.

Без качественно новых знаний о структуре композиций внешнего вида объектов в начале 1960-х годов отечественная квалиметрия, стандартизация, патентоведение, инженерная психология стали испытывать серьезные затруднения в решении производственных задач. По этому поводу, на начальных этапах исследований зрительного восприятия, первыми забили тревогу разработчики средств отображения информации – наиболее ответственных и сложных согласующих элементов в системах «человек – машина». При правильном и стабильном протекании процесса управления человек – оператор находится в состоянии «оперативного покоя». В случае возникновения нарушений в системе управления, оператор должен сделать быстрый переход от монотонной работы к активным, энергичным управляющим действиям с целью ликвидации возникших проблем. В подобной ситуации оператор должен в кратчайший период времени обработать большое количество информации, принять и реализовать верное решение. Проектировщики стали воспринимать панели управления как важные средства взаимодействия человека со сложными и дорогостоящими техническими объектами (электростанции, химические и металлургические комбинаты, узлы связи, транспорт), где панели управления представляют собой единственный инструмент воздействия человека-оператора на технологические параметры контролируемых мегасистем. При проектировании панелей управления технических объектов требовалось понять, в какой степени априорные стратегии зрительного восприятия их внешнего вида, на которые рассчитывали разработчики проектной документации, расходятся с реальными стратегиями зрительного восприятия, продиктованными структурой средств отображения информации. Без глубоких и всесторонних исследований зрительного восприятия и формализации особенностей структурирования композиций панелей управления решить данную задачу не представлялось

возможным. Одним из первых на это обратил внимание известный отечественный специалист по инженерной психологии В.Ф. Венда [26, 27]. Об актуальности глубоких исследований в науке о композиции он обратился к широкой аудитории летом 1967 года на совещании специалистов СССР по технической эстетике в городе Свердловске. Более развернуто свою позицию В.Ф. Венда представил в 1969 году. В.Ф. Венда – один из сторонников структурно-психологической концепции, суть которой сводится к тому, что структура системы отображения информации статистически обуславливает стратегии (предпочтительные способы) и сложность решения операторами задач по управлению объектом. Говоря о проектировании панелей управления, он постоянно утверждал, что «средство отображения информации (СОИ) как элемент производственной среды, длительно находящийся в поле зрения работающего человека, должно рассматриваться при проектировании не только как звено канала передачи информации, но и как объект эстетического восприятия.

Учет кратко перечисленных выше требований в практике конструирования СОИ оказывается нелегкой задачей. До сих пор в литературе нет источников, где бы достаточно глубоко, всесторонне и последовательно рассматривалась эта проблема; тем более не было попыток создать достаточно общую эргономическую теорию художественного конструирования СОИ. Окончательное построение такой теории в настоящее время пока ещё невозможно: для этого необходимо предварительно разработать ряд фундаментальных аналитических методов исследования, экспериментально изучить множество взаимосвязанных факторов, влияющих на эффективность восприятия информации человеком, накопить большой опыт художественного конструирования» [26].

Начало широкомасштабных исследований принципов структурирования панелей управления было положено в лаборатории эргономических проблем автоматизации и централизованного управления производством отдела эргономики ВНИИ технической эстетики. В 1967–1969 гг. А.А. Митькин, впервые применив электроокулографическую методику, провел комплексные исследования зрительного восприятия бессмысловых композиций, результаты

которых были опубликованы на страницах журнала «Техническая эстетика» [89, 90].

В 1970-х годах дизайнерам удалось доказать, что «красивые» (оптимально структурированные) панели управления и мнемосхемы существенно сокращает временные параметры обучения и боевой работы военнослужащих. К концу 1970-х годов статистика разработок «оборонной девятки» показала, что если какое-либо изделие сделано на высоком дизайнерском уровне, то при этом, без дополнительных усилий остальных проектировщиков, возрастают эргономические показатели качества элементов вооружения. Исходя из данного объективного факта в технические задания на разработку вооружения были включены разделы – «Требования эргономики» и «Требования технической эстетики». Для проектировщиков военной техники субъективные рассуждения архитекторов, искусствоведов и художников-конструкторов тех лет о форме, о составе и структуре композиций промышленных изделий оказались принципиально неприемлемыми. Необходимо было решить чрезвычайно сложную задачу – через систему нормативных документов донести требования по эстетическому обеспечению проектирования военной техники в абсолютно понятном для инженеров и организаторов производства виде. Сложность заключалась в том, что, по мнению известного отечественного ученого философа Л.Н. Безмоздина, «композиция относится к самым запутанным понятиям художественно-прикладной культуры» [17]. Для решения поставленной задачи к исследованиям визуально воспринимаемых композиций незамедлительно подключились коллективы ряда известных НИИ страны, где в отличие от исследований архитектурных и художественных вузов или даже ЦНИИ архитектуры, в экспериментах принимали участие тысячи испытуемых.

На расширение ареала исследований визуально воспринимаемых композиций оказала влияние проведенная в 1981 году в Москве закрытая выставка «Эргономика – 81», где были подведены итоги многолетних исследований зрительного восприятия и сформулированы задачи на будущее. Введение требований технической эстетики в задание на разработку военной

техники, а также внедрение соответствующих нормативных документов, регламентирующих номенклатуру и раскрывающих объективную суть этих требований, привело в 1970-х годах к формированию специальных лабораторий.

В те годы, характеризуя эффективность художественного конструирования, директор Института психологии РАН Б.Ф. Ломов писал: «Средства художественного конструирования облегчают прием информации человеком, улучшают концентрацию внимания, повышают скорость и точность исполнительских действий. Использование этих средств позволяет управлять психическим состоянием и поведением человека» [70].

В СССР в кратчайший период времени была сформирована естественнонаучная база основ теории распознавания образов. Фундаментальные исследования зрительного восприятия и опознания, выполненные под руководством известных отечественных ученых Б.Ф. Ломова, В.Д. Глезера, В.Ф. Рубахина, В.Ф. Венды, М.С. Шехтера, Т.П. Зинченко [50], позволили исследовать не только механизмы зрительного восприятия, но и выявить устойчивые (врожденные и приобретенные) стратегии зрительного восприятия структуры изображений (см. приложение А.), разобраться в алгоритмах формирования образов объектов. Влияние формы контуров композиций на выбор наблюдателем дальнейших стратегий осмотра были исследованы Б.Ф. Ломовым и А.А. Митькиным. Фазность зрительного восприятия подтвердили эксперименты Б.Ф. Ломова. Главенство бисекторных направлений в структуре композиции было выявлено в исследованиях Н.В. Завалишина [48] и И.Б. Мучника. Начало углубленного отечественного исследования признаков, характеризующих форму объектов, было положено Р.М. Грановской, И.Я. Березной и А.Н. Григорьевой. Близко к современному пониманию равновесия масс в композициях подошли П.А. Кудин, Б.Ф. Ломов, А.А. Митькин. Этот же коллектив ученых провел глубокие исследования соподчинения элементов в бессмысловых композициях. Формирование стратегий зрительного восприятия при просмотре бессмысловых композиций изучались А.А. Митькиным и Т.М. Перцевой.

На начальном этапе предпринятых исследований внешнего вида объектов предметно-пространственной среды была сделана попытка воспользоваться архитектурным опытом структурирования композиций. К сожалению, итог оказался не утешительным. Несмотря на многовековую историю архитектуры, достижения в теории композиции оказались слишком скромными. В экспериментальной научно-исследовательской лаборатории профессора Н.А. Ладовского в 1920-е годы проводились опыты по изучению психофизиологических закономерностей зрительного восприятия архитектурных форм. Профессором был предложен «психоаналитический метод» изучения формы. Суть его заключается в достижении эстетического эффекта через познание психофизических закономерностей восприятия форм, пространства и цвета. В данных исследованиях использовались следующие специальные устройства: простометр (определение пространственных свойств формы), оглазомер (сравнение объемных построений), проглазомер (сравнение плоских фигур). Аналогичные исследования проводились в БАУХАУЗе В. Гропиусом, И. Иттенom [57], Х. Мейером, Л. Мис ванн дер Роэ, Л. Моголи-Надь и др. Результаты исследований формообразования на основе оптических и психологических закономерностей восприятия были введены основателем БАУХАУЗа В. Гропиусом в учебный процесс школы. В. Гропиус разработал уникальный прибор для изучения моделей восприятия взаимодействия двух встречных информационных потоков. Таким образом, исследования школ БАУХАУЗ-ВХУТЕМАС-ВХУТЕИН стали основополагающими в области объемно-пространственной композиции и обосновали необходимость дальнейшего анализа формы с целью выявления её художественных особенностей в разных аспектах при визуальном восприятии. Данный опыт изучения закономерностей создания и восприятия архитектурно-пространственной формы в предварительном курсе по композиции был сформулирован в первом учебном пособии для архитектурных и художественно-промышленных вузов и факультетов нашей страны – «Элементы архитектурно-пространственной композиции», созданном в МАрхИ. Первым трудом в нашей стране по

систематизации знаний об архитектурной композиции стала монография «Очерки теории архитектурной композиции». Не менее значимым является также обобщающее исследование ЦНИИ архитектуры «Композиция в современной архитектуре». К сожалению, несмотря на значительное количество исследований в области архитектурной композиции, их результаты не дали четкого представления с чего начинать и как решать композицию того или иного объекта. Запутанность, неточность многих понятий и аспектов в области построения композиционных решений, как на формальном, так и на предметном уровнях, свидетельствуют об отсутствии общей теории архитектурной композиции и единой методики в композиционной практике. За истекшие сто лет в современной отечественной архитектурно-дизайнерской теории композиции появилось слишком мало нового. В 1986 году, подводя итоги исследований в области теории композиции в советской архитектуре, Л.И. Кириллова объясняла отсталость в этой сфере следующим образом – «Теория архитектурной композиции в советской архитектуре развивалась медленно. Это было связано с целым рядом обстоятельств, в том числе с недостаточным изучением опыта исторического и современного, отечественного и зарубежного зодчества на определенных этапах развития советской архитектуры, отсутствием исследований собственных свойств архитектурной формы, связанных с ее геометрией, величиной, расположением в пространстве. Формирование принципов и средств композиции тормозилось непрерывным развитием самого содержания архитектуры, изменением форм его выражения – структуры расселения, взаимосвязи мест расположения труда, жилья, отдыха, типологии зданий».

В отличие от теории распознавания образов, теория архитектурной композиции как наука никогда не работала на оборону. По этой причине исследования в теории архитектурной композиции всегда финансировались «по остаточному принципу». Для решения современных задач формообразования предметно-пространственной среды оказались полезными лишь результаты изучения общих закономерностей структурирования композиций, ранее полученные во ВХУТЕМАСе Н.А. Ладовским, В.Ф. Кринским, М.А. Туркусом, а

во второй половине XX века архитекторами: Г.Б. Борисовским, А.В. Иконниковым, В.Н. Иовлевым, Л.И. Кирилловой, В.И. Казариновой, А.Э. Коротковским, И.В. Ламцовым, А.В. Степановым. Итоги их деятельности в области формотворчества наглядно представлены в работе Д.Л. Мелодинского «Школа архитектурно-дизайнерского формообразования» [81].

Фронт исследований механизмов зрительного восприятия композиций существенно расширился после создания Института психологии АН СССР. Данный институт, возглавляемый известным специалистом по инженерной психологии Б.Ф. Ломовым, стал подлинным катализатором исследований восприятия и идентификации формы объектов. Благодаря усилиям сотрудников этого института к исследованию композиций подключились коллективы Горьковского медицинского института (рисунок 1.3), кафедры начертательной геометрии и САПР Горьковского инженерно-строительного института, подразделений Горьковского научно-исследовательского приборостроительного института. В экспериментах использовалась киносъемка процессов структурирования композиций (рисунок 1.4), специальные технические средства, включая тахистоскопы (рисунок 1.5), специальные оптические приборы, позволяющие рассматривать изображения через светофильтры, специальные измерительные системы со встроенной вычислительной техникой (рисунок 1.6).

Одной из главных целей проводимых в те годы исследований было изучение избирательной активности испытуемых при восприятии объектов и особенности процесса опознания, связанного с необходимостью выбора признаков в пороговой области становления образа. В лаборатории психологии и электроэнцефалографии Института неврологии академии медицинских наук СССР исследования становления образов проводились на уникальной тахистоскопической установке, где в проводимых экспериментах удалось достигнуть самую маленькую выдержку изображения равную $1/3100$ секунды.

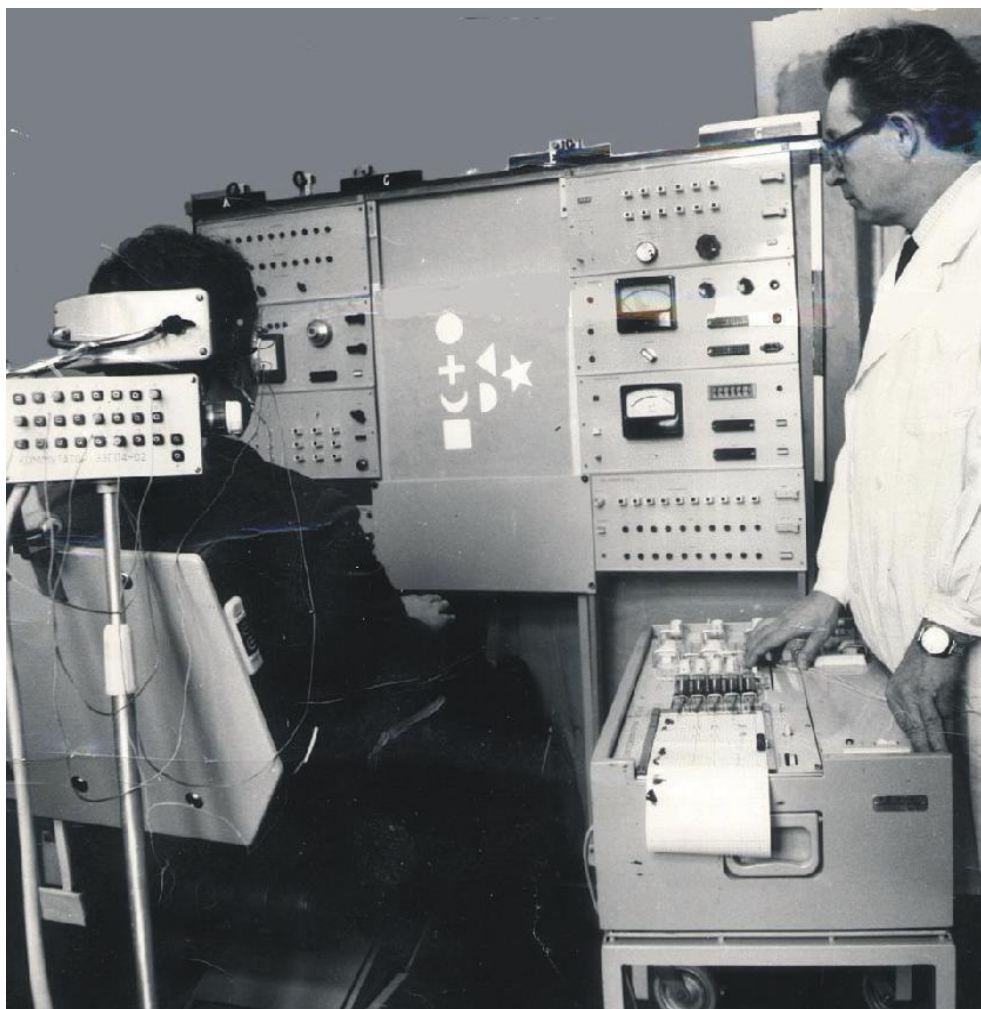


Рис. 1.3. Электроокулографические исследования восприятия композиций
в лаборатории Горьковского медицинского института



Рис.1.4 . Киносъемка процесса структурирования композиций в лаборатории
ГНИПИ

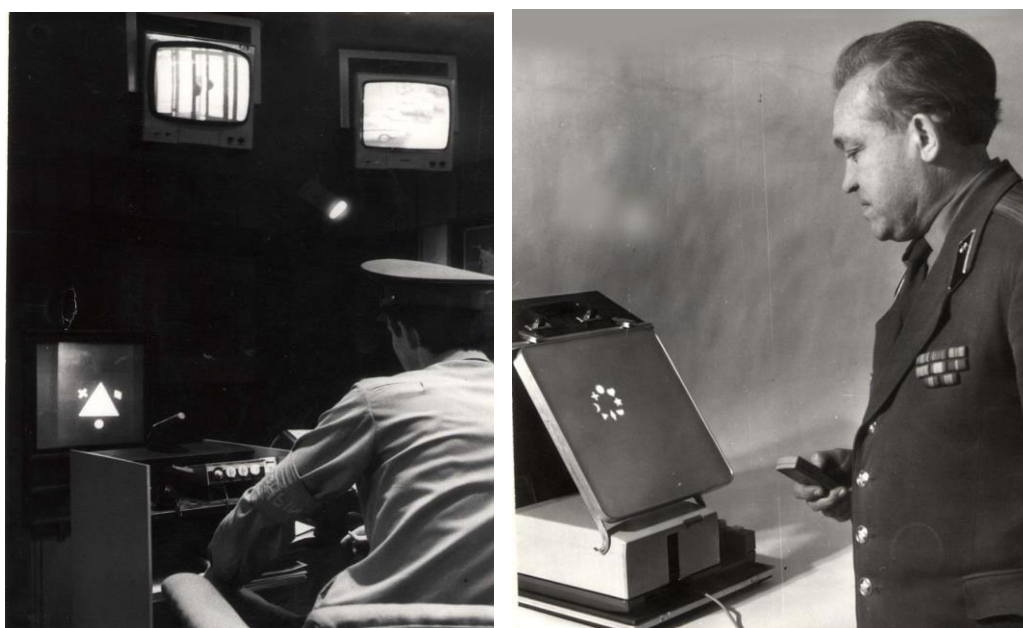


Рис. 1.5. Использование тахистоскопов в исследованиях восприятия военными
операторами связи



Рис.1.6. Опытный образец сканирующего устройства со встроенным вычислительным блоком, предназначенный для количественной оценки визуальной массы черно-белых изображений и её производных (разработка ГНИПИ 1983г.)

Исследования медиков различных городов и лабораторий процедур становления структуры образов позволили выявить первостепенную роль так называемых интегративных признаков. Первый интегративный признак, характеризующий силу энергетического воздействия на сетчатку глаз попавшего в поле зрения объекта, получил название «визуальная масса», что в переводе с латинского языка означает «визуальный ком». На последующем этапе восприятия начинает проявляться вначале остов, а затем «скелет» формы [74]. Для оценки опасности на этой фазе зрительная система мгновенно включает все рецептивные поля, все каналы переработки информации, характеризующие форму, цвет, ориентацию, размеры и местоположение, сигналы с которых порождают интегративные признаки (рисунок 1.7).

При этом часть перцептивных элементов, из которых складывается образ, формируется врожденными механизмами зрения, остальная (большая часть) формируется системой памяти. В итоге, зрительный образ у человека является продуктом взаимодействия двух тесно взаимодействующих subsystem зрительного анализатора, первая из которых осуществляет общую

пространственную ориентировку и оценку местоположения стимулов, а последующая выполняет тонкий детальный анализ.

В новой зрительной ситуации первой включается система интегративной оценки. При этом зрительная система работает в скоростном режиме функционирования. Информация, получаемая в скоростном режиме, занимающем не более 30% времени перцептивного процесса, крайне важна для наблюдателя. На фазе скоростного этапа восприятия зрительная система в первую очередь пытается определить наиболее энергетически активные участки изображения, затем, по мере проявления контура наблюдаемого объекта, постоянно уточняет и оценивает его структуру, и, наконец, исходя из результатов оценки общей визуальной массы, делается оценка опасности всего объекта.

Чем большим числом равнозначных сигналов обладают перцептивные единицы, тем явственнее наблюдатель воспринимает эти единицы как группу, как кластер (в английском “cluster” - гроздь, скопление).

Группирование сходных по признакам перцептивных единиц в кластеры – одна из наиболее устойчивых врожденных стратегий зрительного восприятия. Выделение целостных структур, как общий принцип закономерности восприятия, впервые был исследован Х. Эренфельсом, выдвинувшим “фактор сходства” в виде одного из принципов группировки элементов [148]. Более детально факторы, образующие целостную структуру, были проанализированы основоположником гештальтпсихологии М. Вертхаймером [154, 155].

Вторая субсистема работает в режиме глубокого детального анализа, требующего значительных временных затрат. В отличие от скоростного, интегративного режима работы, детальный анализ осуществляется с помощью движений глаз.

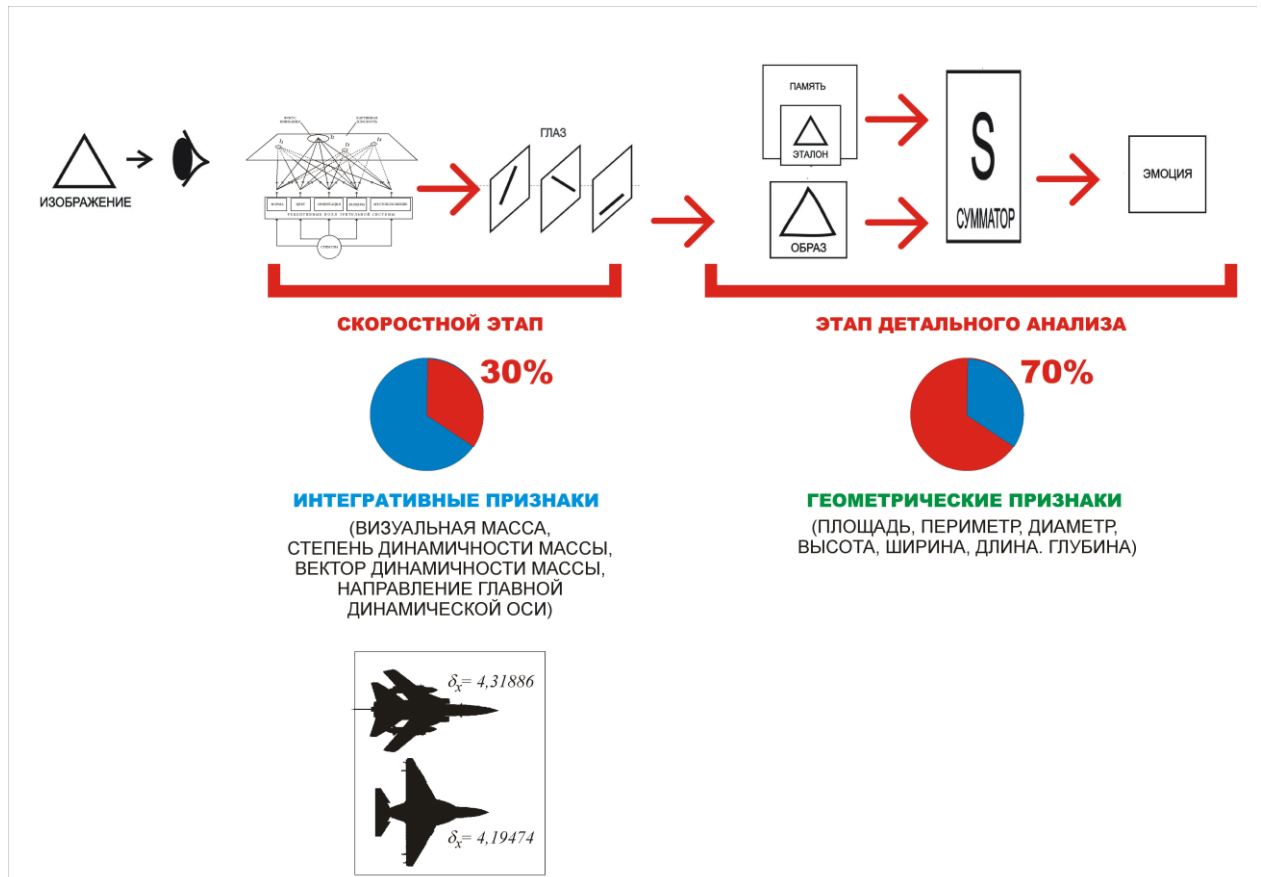


Рис.1.7. Условная схема этапов восприятия и опознания.

Обычно выделяют четыре операции перцептивного действия: на скоростной фазе происходит обнаружение объекта (человек может ответить лишь на вопрос, есть ли ощущение сигнала), после чего включаются в работу все рецептивные поля зрительного анализатора, функционирующие по врожденным стратегиям, осуществляется процедура различения объекта (формирование вначале перцептивных единиц, а затем формирование перцептивного образа). Затем выполняются опознавательные действия: идентификация, т.е. отождествление образа с эталоном, записанным в памяти, и опознание знакомых объектов. Идентификация начинается практически с начала формирования из визуальной массы остова структуры наблюдаемой формы. До того, как остов превратится в скелет анализируемой формы, наблюдатель может совершить несколько сравнений с эталонами, ошибаясь при этом в результатах опознания.

Одной из важнейших проблем, привлекающей в настоящее время пристальное внимание ученых, является проблема «автоматического» анализа формы объектов. В последние годы отечественными и зарубежными исследователями предпринимаются попытки создания информационных моделей, изоморфных на врожденные механизмы системы зрительного восприятия, позволяющих анализировать изображения, в реальном масштабе времени в условиях априорной неопределенности объектов и сцен, наблюдаемых в поле зрения. Для создания «человекоподобных» систем технического зрения, современная номенклатура понятий (взятых в основном, из аналитической геометрии, алгебры изображений или других связанных с математикой научных дисциплин) для решения задач в архитектуре и дизайне оказалась неэффективной, так как все разработчики копируют лишь фазу детального анализа и не принимают во внимание признаки скоростного этапа восприятия. К сожалению, психологи, психофизиологи, нейрофизиологи ограничивались лишь констатацией факта наличия интегративных признаков. В тоже время архитекторы и дизайнеры, финансируемые по «остаточному» принципу, не имели и сегодня не имеют возможность лабораторно исследовать механизмы формирования интегративных признаков и их роль в оценке формы.

В середине 1970-х годов Фехнеровская [126] идея «бинарности» эстетической оценки была подтверждена исследованиями переработки информации в высших мозговых центрах, проведенными коллективом лаборатории электрофизиологии Центрального НИИ судебной психиатрии им. В.П. Сербского [53,54]. С этого момента теория композиции разделилась на две науки: «формальную теорию», изучающую основы рационального и точного структурирования композиций в соответствии с врожденными и приобретенными стратегиями зрительного восприятия, которые проявляются как устойчивые тенденции принятия решений в оценки образов, и «ассоциативную теорию», изучающую способы достижения выразительности, креативности и уникальности композиций.

В лабораторных исследованиях зрительного восприятия форм и составляющих их элементов, проведенных А.А. Митькиным [64,89], Н.В. Завалишиным, И.Б. Мучником [48], было замечено наличие на рассматриваемых изображениях «пустых» мест, устойчиво привлекающих внимание наблюдателей (рисунок 1.8). Точки фиксации глаз испытуемых лежат на биссекторных направлениях. Площади зон фиксаций, лежащих слева и сверху, имеют большие размеры, что говорит о доминировании значения левых и верхних зон изображения. При этом такого рода свободные от изображения участки нельзя было охарактеризовать существующими геометрическими понятиями.

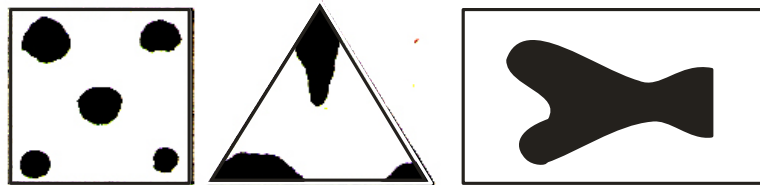


Рис.1.8. Зоны фиксации глаз [73]

Структура композиции сегодня трактуется как совокупность композиционных центров и динамических осей. Концепция образного отражения оказалась важной для становления теории композиции, разработанная в трудах таких ученых как: А.Н. Леонтьева, С.В. Рубинштейна, Б.М. Теплова, Б.Г. Ананьева, С.В. Кравкова, и их последователей, которая легла в основу разработки алгоритмов машинного формирования образов. Весомый вклад в решение этой проблемы внесли А.Г. Аркадьев, Н.В. Завалишин, И.Б. Мучник, А.А. Дорофеев, М.М. Бонгард и другие отечественные ученые [8].

Среди зарубежных исследователей, повлиявших на формирование современной теории композиции, следует отметить Г.Т. Фехнера [126], положившего начало психофизиологическому закону восприятия композиций, который сегодня заложен в алгоритм оценки композиций системой компьютерного зрения. Выдающаяся роль в формировании аксиоматики современной формальной теории композиции принадлежит гештальтпсихологии

ученым этой научной школы. Среди трудов гештальтпсихологов особое значение имеют ранние работы М. Вертхаймера, Х. Эренфельса, Г.Е. Мюллера и др.

Актуальность и сложность изучаемой темы, связанной с постоянным и интенсивным внедрением цифровых технологий в современный дизайн, предопределила необходимость междисциплинарного подхода. В качестве теоретической базы исследования были использованы концепции внедрения цифровых технологий в современную художественно-прикладную культуру, представленные в работах зарубежных исследователей компьютерной обработки и распознавания образов Д. Мара, Ж.-Л. Лорьера, У. Гренандера, Д. Гелернтера, Р.К. Шенка, Д.Х. Холланда, А. Фора, К.С. Фу. Значительный вклад в науку о форме наблюдаемых объектов внесли современники Р. Арнхейма – Г. Ван Доррен, Ф. Эшфорд, З.Г. Бегенау, а в последующие годы У. Лидвелл, Дж. Батлер, К. Элам. Первым исследователем особенностей восприятия «пустых» мест изображения был американский искусствовед и психолог Р. Арнхейм. В начале 1950-х годов прошлого века он, при изучении структуры квадрата, ввел такие негеометрические понятия как «силовой фокус» и «психологическая сила». [9]. Уже тогда по утверждению Арнхейма любой объект среды не должен восприниматься изолировано, у него всегда должно быть определенное место в системе координат при оценке структуры формы, которая тоже рассматривается как система. Где бы ни был объект, он подвергается действию сил со стороны всех скрытых структурных факторов. Проведенное им исследование показало, что кроме видимой, зрительно воспринимаемой формы, ей присущ еще и так называемый скрытый структурный план, представляющий собой систему отсчета, помогающую определить важность любого элемента анализируемого изображения (рисунок 1.9). Согласно высказываниям Арнхейма зрительно воспринимаемая композиция представляет собой целое силовое поле, которое выходит за пределы изображения. Силовыми линиями в этом волнообразном ландшафте являются гребни или борозды, по обе стороны которых «энергетические уровни

постепенно снижаются. Эти гребни или борозды являются центрами сил притяжения и отталкивания, влияние которых распространяется на окружающую среду «...» и этого влияния не может избежать ни одно место на рисунке «...» так как этим силам притяжения присущи направление, интенсивность и точка их приложения, то к ним могут быть применены законы, которые открыты учеными для физических сил» [9].

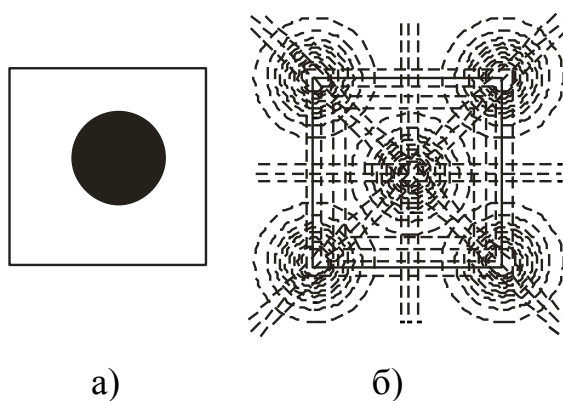


Рис.1.9. Особенности восприятия композиции по Р. Арнхейму: а – анализируемая композиция; б – структурный план квадрата

Арнхейм первым из психологов искусства пришел к пониманию того, что любая форма образует свою волновую сигнатуру; Как мы видим, рассуждения Арнхейма, опубликованные более чем полвека назад, полностью совпадают с современным пониманием формы. Сегодня в теории формальной композиции вместо понятия «силовой фокус» используется понятие «композиционный центр», представляющий собой точку пересечения «динамических осей», в роли которых выступают биссектрисы «гребней» и «борозд», названные Арнхеймом «силовыми линиями». В начале 1970-х годов в практике дизайна отечественной радиоэлектронной аппаратуры термин «силовые линии» (буквально понимаемый проектировщиками как реально существующие электропроводящие пути в оборудовании) был заменен термином «динамические оси», используемый для описания структуры в сфере формальных композиций.

Интуитивные рассуждения Арнхейма о невидимой структуре квадрата подтвердились в 1990-х годах прошлого века, когда качественно изменилось представление человека о форме объектов предметно-пространственной среды.

На этом историческом этапе большое значение приобрела полевая компонента структуры формы. Более того, привычная для нас физическая картина мира, в которой отдельные объекты связываются между собой лишь при наличии между ними механического взаимодействия или взаимодействия с помощью поля, отошла на второй план. Согласно современной физики микромира элементарные частицы являются не только корпускулярными, но и волновыми образованиями. При этом они утрачивают своё свойство локальности. Существует физическая гипотеза о возможном одновременном наличии микро – и даже макрообъектов в различных частях пространства. Эта гипотеза нашла своё подтверждение в голографии, где на первом этапе путем специальной съемки получают фотопластину, структура изображения на которой представляет набор полос и пятен и ничего общего не имеет с воспроизводимым изображением, а затем, на втором этапе, на фотопластину воздействуют лазерным лучём, в результате чего в недалеком от фотопластины пространстве возникает объемное изображение объекта (рисунок 1.10). В отличие от фотографии, голографический объект является объемным, что позволяет обойти его со всех сторон и рассмотреть с любой точки обзора.

Главная особенность голограммы – не изменяемость структуры изображения объекта в случае его воспроизведения с любых осколков фотопластины. При этом композиция объекта и его форма не разрушаются. Какой бы сложной и многоцветной форма не была бы, полная информация о её структуре содержится в любом осколке, меняется лишь отчётливость.



Рис.1.10. Голографическое изображение

Российскими специалистами изучающими волновые процессы Р.Ф. Авраменко и В.И. Николаевой рассмотрена возможная модель мира в виде гигантской голографической пластины. Если допустить сферическую форму вселенной, то любой предмет, будучи стоячей волной и находясь в какой-либо точке пространства, одновременно будет находиться во всех точках Вселенной [1].

Основываясь на выше сказанном, специалисты по эвристическому моделированию В.Н. Пушкин и А.П. Дубров – авторы известной во всем мире работы «Парапсихология и современное естествознание» считают, что с такой позиции явления ясновидения и дальновидения могут быть объяснимы. Для того чтобы обнаружить скрытые от глаз наблюдателя волновые структуры объектов, находящиеся на большом от него расстоянии, достаточно обеспечить необходимую фокусировку. Имеющий место феномен мгновенной идентификации подсказывает, что между приёмником и источником информации существует взаимодействие, позволяющее извлекать материал памяти без его последовательного поиска. Формы объектов среды могут рассматриваться как некоторые системы амплитуд, подобные висящему в воздухе голографическому изображению. В форме, выражаясь языком Арнхейма, антеннами являются «гребни», излучающие во внешнее пространство, и «борозды», излучающие

вовнутрь формы. Невидимая, но зрительно ощущаемая полевая структура формы представляет собой совокупность линий, проходящих по вершинам гребней и дну борозд, а также биссектрис, проходящих через углы вершин выступов на поверхностях объектов. Полевая структура формы – это её энергетический каркас, знание основ структурирования которого в равной степени важно как для архитектора или дизайнера, так и для инженера конструктора, отвечающего за прочность формы. Множество линий полевого каркаса в теории формальной композиции распадается на два подмножества. Линии первого подмножества формируют силовое поле вокруг формы. Точки пересечения линий этого подмножества создают по отношению к наблюдателю «активные» фокусы, воспринимаемые человеком на первых фазах зрительного восприятия. Точки пересечения полевых линий второго подмножества, формирующие силовое поле внутри формы, порождают «пассивные», менее привлекательные фокусы. Сказанное подтверждается картиной неравномерности гальванического покрытия металлических профилей. Технологи гальванических покрытий безуспешно пытаются получать равномерные покрытия, однако вдоль активных направлений (биссектрис углов выступов на поверхности формы) получить это не удаётся. Наряду с этим мы видим отсутствие избыточного гальванического покрытия вдоль пассивных направлений.

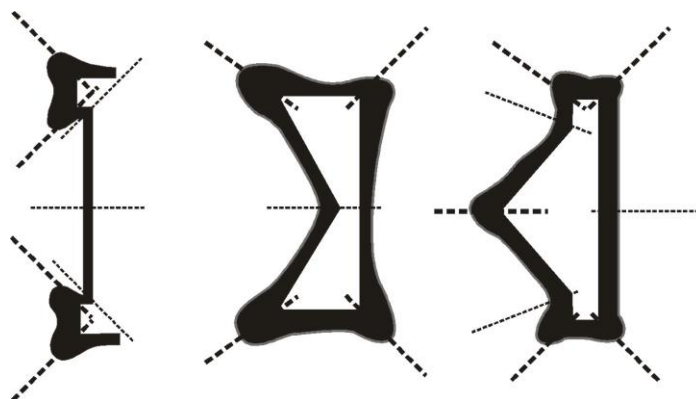


Рис.1.11. Картина неравномерного гальванического покрытия металлических профилей (жирные пунктирные линии – биссектрисы активных центров, тонкие пунктирные линии – биссектрисы пассивных центров структуры)

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ I

1. Выделение зрительной системой человека в наблюдаемом изображении вещественных (видимых) и полевых (невидимых) участков структуры формы, обладающих повышенной энергетикой (фокусов и биссекторных осей), составляет суть зрительного восприятия объектов;
2. На сегодняшний день не разработаны алгоритмы и программные средства количественной оценки интегративных признаков цветных изображений объектов среды;
3. До конца не исследованы наиболее устойчивые стратегии переключения внимания наблюдателя при осмотре изображения на мониторе компьютера;
4. Известно наличие уровневого восприятия объектов среды, заданы числовые границы уровней, но нет публикаций о визуальных связях элементов, расположенных на границах соседствующих уровней;
5. Нет ясного, убедительного представления о том, какие характеристики формы объектов среды оказывают существенное влияние на оценку наблюдателем степени сложности ее структуры;
6. Одной из важнейших проблем, привлекающей в настоящее время пристальное внимание ученых, является проблема «автоматического» анализа структуры формы объектов среды. При этом в последние годы отечественными и зарубежными исследователями предпринимаются попытки создания информационных моделей, изоморфных на врожденные механизмы системы зрительного восприятия, позволяющих анализировать изображения в реальном масштабе времени в условиях априорной неопределенности объектов и сцен, наблюдаемых в поле зрения;
7. Разработка метода анализа структуры формы объектов среды должна строиться на основе количественных характеристик интегративных (психофизиологических) признаков, воспринимаемых на начальном, скоростном этапе зрительного восприятия;

8. Интегративные признаки структуры формы, характеризующие её массу и динамику массы, были известны ещё в начале прошлого века в теории архитектурной композиции – науке о структурировании внешнего вида объектов предметно-пространственной среды;
9. Теория композиции в творчестве архитекторов и дизайнеров в настоящее время приобрела системный характер. Форма объектов стала рассматриваться как система, в алгоритмах анализа которой, используются методы теории графов и теории множеств;
10. Проведенный анализ существующих методов оценки признаков структуры формы показал, что назрела необходимость разработки универсальной методики компьютерной оценки количественных значений признаков, характеризующих форму, одновременно пригодных для обработки как черно-белых, так и цветных изображений;
11. В настоящее время нельзя всецело уповать только на методы анализа формы объектов среды, полностью сформированные на чувствах и ощущениях. Необходимо воспользоваться накопленным опытом в теории распознавания образов, где современная отечественная наука о форме обладает достаточно развитым компьютерным анализом ее структур.

ГЛАВА II. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ

2.1. Разработка алгоритмов количественной оценки параметров визуальной массы объектов дизайна среды

В данной работе на базе стратегий визуального восприятия уровней, кластеров и элементов окружающих нас объектов предметной среды создана математическая модель системы компьютерного зрения, которая отражает методы анализа изображений, используемых зрительной системой человека на начальном этапе опознавания объектов.

На кафедре промышленного дизайна ННГАСУ (Нижний Новгород) были проведены исследования зрительного восприятия признаков характеризующих визуальную форму объектов. Такие признаки существенно сокращают количество исходных данных о воспринимаемом человеком объекте, а также снижают вычислительную трудоемкость процедур его идентификации [139]. Результаты этих исследований легли в основу диссертационной работы.

В качестве испытуемых в экспериментах принимали участие дошкольники, школьники, студенты, специалисты различных областей, общее количество которых составило 3560 человек. Наряду с этим, в экспериментах участвовали архитекторы, инженеры – конструкторы, художники, дизайнеры. В исследованиях использовалась видеосъемка, проецирование изображений на экранах переносных и стационарных тахистоскопов (тахистоскоп - прибор, позволяющий отображать изображение в течение определенного времени).

Проведенные тахистоскопические эксперименты в предпороговой зоне зрительного восприятия подтвердили «фазность» этого процесса [71]. Попавший в поле зрения объект вначале воспринимается как пятно, не имеющее структуры. Известно, что первая фаза – наиболее значима для наблюдателя. Именно на этой фазе оценивается степень опасности наблюдаемого объекта [53, 73]. Для оценки

опасности зрительная система мгновенно включает все рецептивные поля, все каналы переработки информации, характеризующие форму, цвет, ориентацию, размеры и местоположение, сигналы с которых в итоге порождаются интегративные признаки. Первый, сигнал с рецептивных полей - интегративный признак, характеризующий силу энергетического воздействия объекта наблюдения на сетчатку глаз, получивший название *«визуальная масса»* [133]. На последующих фазах восприятия начинает проявляться вначале остов, а затем «скелет» формы объекта. При этом происходит оценка еще трех признаков, получивших название *«степень динамичности визуальной массы»* (характеризует степень концентрации визуальной массы по различным направлениям), *«вектора динамичности визуальной массы»* (характеризует направление устремленности визуальной массы в поле зрения) и угла наклона *«главной динамической оси»*, вдоль которой концентрируется основное количество визуальной массы. Все перечисленные признаки измеряются в относительных единицах. Структура воспринимаемого объекта или изображения как бы «лепится» из визуальной массы пятна. Величина визуальной массы формирует характер дальнейших действий наблюдателя. Отчетливо прослеживается влияние массы и на построение последовательности («кортежа») переключения внимания.

В результате была выявлена актуальность разработки алгоритмов и компьютерной программы для оценки количественных значений перечисленных выше признаков, позволяющих идентифицировать объекты на начальной стадии зрительного восприятия.

После проведенных исследований были созданы две компьютерные программы «Анализатор» и «Классификатор», позволяющие с помощью сканера и компьютера выполнить количественную оценку всех названных признаков бинарных изображений [129]. Окно компьютерных программ (рисунок 2.1) позволяет пользователю полностью видеть исследуемое изображение, при необходимости накладывать мерительную сетку на изображение, выводить полученные результаты расчетов на печатающее устройство, менять размеры дискретов изображения.

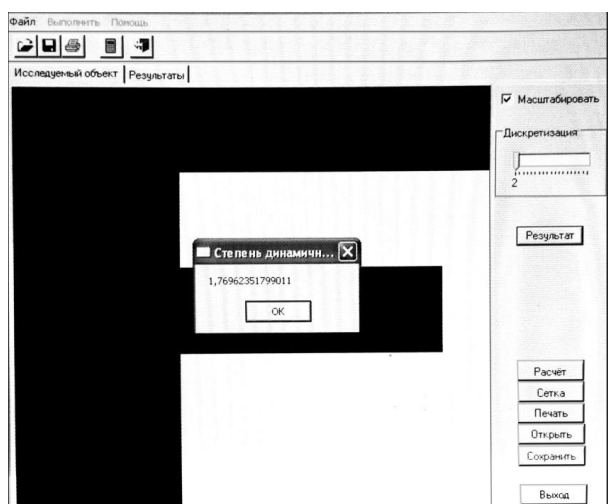


Рис.2.1. Окно компьютерной программы «Классификатор»

Созданные программы наиболее эффективны лишь для анализа черно-белых фрактальных изображений (фрактал - объект, в точности или приближённо совпадающий с частью себя самого, то есть целое имеет ту же форму, что и одна или более частей), позволяют наблюдать, например, скорость и направление перемещения (или роста) только контурных или черно-белых структурно сложных объектов (пожаров, наводнений, транспортных артерий, городской застройки).

В настоящее время возникла необходимость анализа форм цветных изображений. В данной работе были проведены исследования, цель которых – используя вычислительную технику, методом условного взвешивания (закон о рычагах) исследовать влияние формы фигур, а также цветовых параметров на восприятие величины визуальной массы элементов изображений. На этом этапе в качестве испытуемых были приглашены мужчины и женщины (возраст 18 – 35 лет), имеющие нормальную остроту зрения. В качестве тест - объектов использовались как плоские черно-белые фигуры, так и цветные фигуры (рисунок 2.2 2.5). Исследования дополнялись опросом испытуемых в сети Интернет. Профессиональный состав испытуемых: преподаватели, художники-оформители, архитекторы, дизайнеры, студенты и магистранты технического и архитектурно-строительного университетов. Все полученные результаты

статистически обработаны методом вариационной статистики с определением средней арифметической. Для решения некоторых частных вопросов определялась достоверность различий по распределению Стьюдента (см. приложение В.).



Рис. 2.2. Экспериментальная оценка визуальной массы (μ) на экранах мониторов

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	ВСЕГО	ПОКАЗАТЕЛЬ	
	10.		▼ 1 место	5,63% 4	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	35,27% 25	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	5,63% 4	0,00% 0	40,85% 29	12,68% 9	71	5,00
	11.		▼ 2 место	0,00% 0	1,47% 1	0,00% 0	5,63% 4	1,47% 1	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	1,47% 1	7,04% 5	18,37% 13	0,00% 0	4,23% 3	7,04% 5	36,62% 26	0,00% 0	15,49% 11	1,47% 1	71	5,92
			▼ 3 место	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	6,94% 5	0,00% 0	0,00% 0	2,78% 2	0,00% 0	1,39% 1	2,78% 2	29,77% 21	6,94% 5	4,17% 3	0,00% 0	31,94% 23	0,00% 0	12,50% 9	1,39% 1	72	6,38
			▼ 4 место	0,00% 0	1,39% 1	1,39% 1	32,78% 30	5,56% 4	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	15,28% 11	1,39% 1	5,56% 4	1,39% 1	1,39% 1	3,39% 3	4,17% 3	1,39% 1	5,56% 4	0,00% 0	72	11,82
			▼ 5 место	0,00% 0	2,78% 2	0,00% 0	15,28% 11	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	6,94% 5	0,00% 0	31,94% 23	0,00% 0	15,28% 11	6,94% 5	2,78% 2	9,72% 7	2,78% 2	5,56% 4	0,00% 0	72	8,61
			▼ 6 место	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	2,78% 2	0,00% 0	5,56% 4	0,00% 0	5,56% 4	0,00% 0	4,17% 3	0,00% 0	45,83% 33	23,61% 17	9,72% 7	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	72	7,51	
			▼ 7 место	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	1,39% 1	0,00% 0	8,33% 6	8,33% 6	11,11% 8	8,33% 6	41,67% 30	25,00% 18	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	72	6,67	
			▼ 8 место	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	6,94% 5	0,00% 0	1,39% 1	2,78% 2	5,56% 4	9,72% 7	11,11% 8	0,00% 0	8,33% 6	9,72% 7	40,28% 29	0,00% 0	1,39% 1	1,39% 1	72	7,64	
			▼ 9 место	0,00% 0	0,00% 0	4,17% 3	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	62,50% 45	1,39% 1	6,94% 5	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	8,33% 6	3,39% 3	4,17% 3	12,50% 9	0,00% 0	72	9,26
			▼ 10 место	0,00% 0	4,17% 3	8,33% 6	0,00% 0	8,33% 6	0,00% 0	2,78% 2	4,17% 3	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	86,67% 63	1,39% 1	1,39% 1	72	6,26	
			▼ 11 место	9,72% 7	1,39% 1	18,44% 14	1,39% 1	0,00% 0	2,78% 2	31,39% 37	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	4,17% 3	1,39% 1	0,00% 0	5,56% 4	0,00% 0	72	12,43	
			▼ 12 место	0,00% 0	0,00% 0	37,50% 27	1,39% 1	0,00% 0	22,22% 16	25,00% 18	2,78% 2	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	2,78% 2	0,00% 0	5,56% 4	1,39% 1	72	12,82	
			▼ 13 место	0,00% 0	12,50% 9	15,28% 11	0,00% 0	0,00% 0	32,78% 30	9,72% 7	4,17% 3	0,00% 0	1,39% 1	1,39% 1	0,00% 0	2,78% 2	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	72	13,46	
			▼ 14 место	0,00% 0	62,50% 45	0,00% 0	0,00% 0	4,17% 3	13,89% 10	2,78% 2	5,56% 4	4,17% 3	0,00% 0	1,39% 1	4,17% 3	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	72	14,85	
			▼ 15 место	0,00% 0	6,94% 5	6,94% 5	2,78% 2	68,06% 49	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	9,72% 7	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	1,39% 1	0,00% 0	1,39% 1	72	13,43
			▼ 16 место	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	1,39% 1	2,78% 2	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	91,17% 64	9,72% 7	2,78% 2	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	18,44% 14	72	8,29
			▼ 17 место	2,78% 2	4,17% 3	4,17% 3	2,78% 2	8,33% 6	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	11,11% 8	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	2,78% 2	1,39% 1	0,00% 0	91,17% 64	72	5,44
			▼ 18 место	80,56% 58	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	0,00% 0	1,39% 1	15,28% 11	0,00% 0	72	15,28

Рис. 2.3. Итоги ранжирования эталонов цвета по убыванию визуальной массы

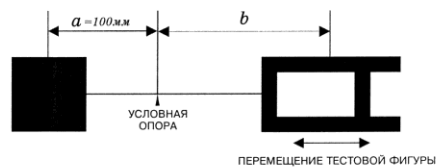


Таблица
Результаты определения параметра (плеча) “b” (площади фигур равны)

№№ п.п.	Эксперты	Значение “b” для различных фигур											
1.	Гуз...	90	95	99	114	98	144	86	83	94	77	102	
2.	Прох...	100	104	103	102	97	100	88	92	94	99	100	
3.	Гал...	98	85	103	75	92	105	90	94	97	112	121	
4.	Долм...	120	133	115	117	123	126	115	122	128	118	120	
5.	Шеб...	123	113	122	147	112	143	126	118	132	123	135	
6.	Мерз...	126	152	115	145	95	170	109	122	117	131	117	
7.	Макл...	122	130	132	150	152	130	117	115	153	135	132	
8.	Сер...	139	114	98	146	98	186	110	120	130	127	112	
9.	Ром...	139	174	166	178	157	179	159	137	149	117	161	
10.	Яуш...	111	94	96	122	102	120	104	94	104	104	114	
11.	Ков...	133	140	135	158	123	213	130	139	140	133	153	
12.	Каз...	118	135	131	168	137	184	116	114	145	145	140	
13.	Иван...	116	109	129	153	101	208	123	157	133	133	143	
14.	Рек...	121	106	126	179	109	154	100	127	133	133	121	
15.	Зас...	155	140	134	166	148	200	124	120	144	146	140	

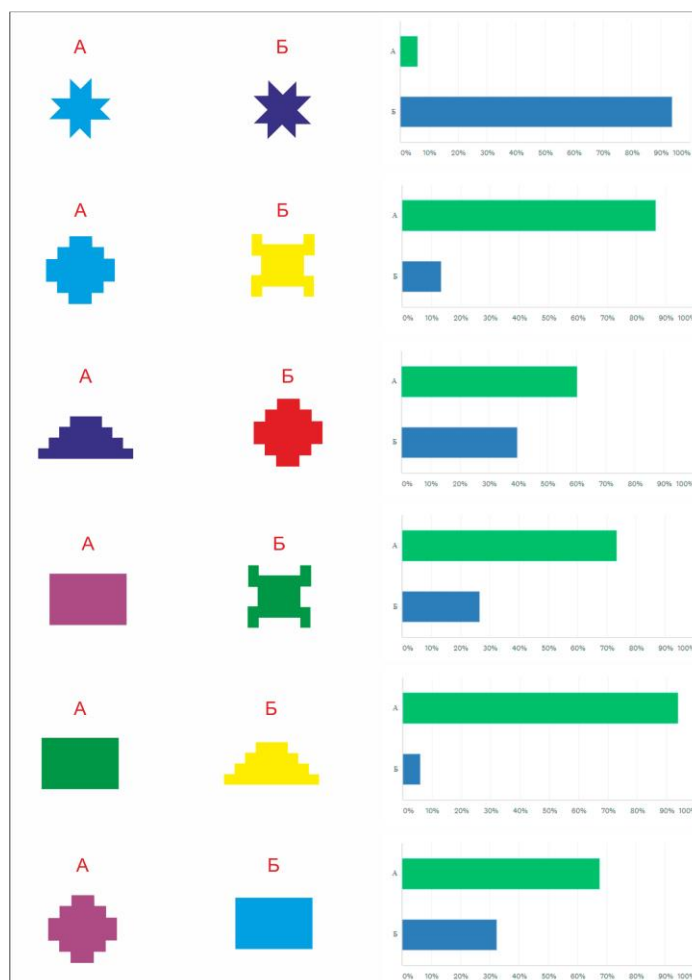


Рис. 2.4. Пояснение процедуры взвешивания (сверху) и пример статистической обработки полученных данных (внизу)

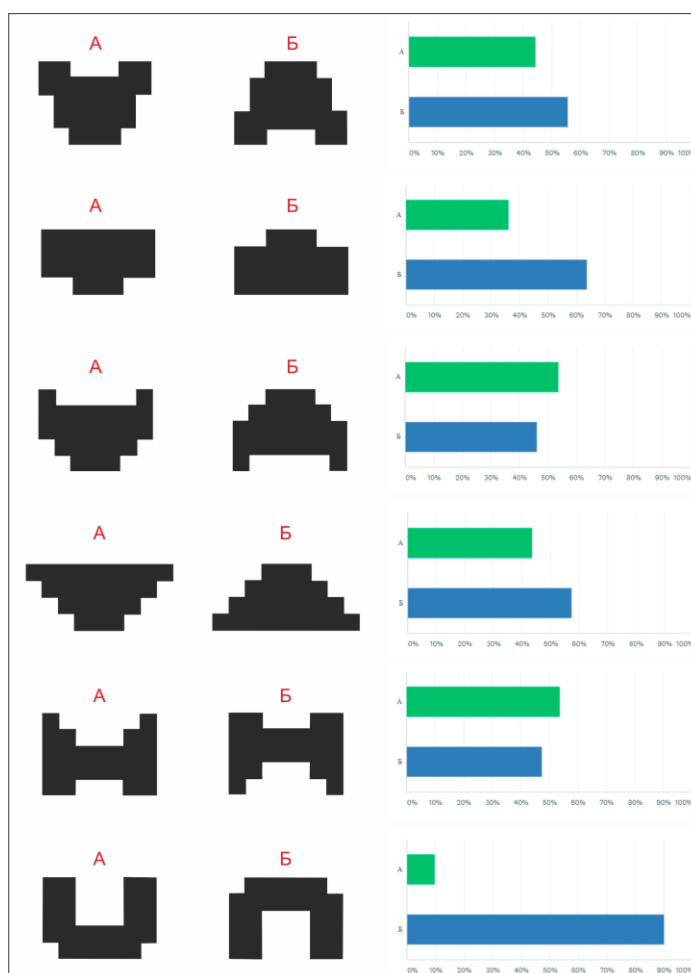


Рис. 2.5. Зависимость величины визуальной массы от ориентации фигур: на результаты выбора оказывают противоречивое влияние две стратегии – формальная (когда при движении глаз «слева – направо» и «сверху – вниз» наблюдатель ориентируется по расстояниям между композиционными центрами) и ассоциативная (когда элементы с меньшим зачернением в нижних квадрантах и большим в верхних квадрантах поля зрения воспринимаются как легкие)

Основная цель исследований – разработка *алгоритма, позволяющего выполнять количественную оценку «массы» пикселей цветных изображений*, иными словами видеть своего рода «визуальный рельеф» полноцветной картины. Визуальный рельеф архитектурной композиции позволяет дизайнеру или архитектору на основе трехмерного изображения выделять из композиции главные, основные и второстепенные элементы, видеть

соотношение значений визуального воздействия на сетчатку глаз наблюдателя различных участков анализируемой композиции.

С этой целью проведен анализ существующих на сегодняшний день способов получения изображений на мониторах компьютеризованных систем [142]. Так, в компьютерной графике, можно выделить несколько типов растровых изображений с точки зрения описания характеристик цвета: монохромные изображения (в таком изображении есть только два цвета — черный и белый); полутоновые изображения (они состоят из 256 оттенков серого цвета); полноцветные изображения (это цветные изображения в цветовой модели RGB, CMYK или Lab, состоящие из нескольких цветовых каналов, представляющих собой полутоновое изображение, содержащее 256 оттенков); индексированные изображения (одноканальные цветные изображения, содержащие до 256 точно определенных цветов, они применяются в Web-дизайне); многоканальные изображения (изображения, содержащие произвольное число каналов). К подобному типу относятся документы с изображениями, созданными для распечатывания на полиграфическом оборудовании. В многоканальном изображении, например, помимо данных о содержимом четырех полутоновых CMYK - каналов, может присутствовать также информация о дополнительных монохромных каналах, где указаны участки для нанесения на изображение металлизированной (золотистой) краски и лакового покрытия. В системах технического зрения любой цвет физически или психофизически может быть полностью охарактеризован тремя числами: значением доминирующей длины волны, значением чистоты цвета и яркостью. Последняя величина для цвета поверхности заменяется коэффициентом отражения или коэффициентом яркости.

Будем называть черно-белым изображением область или плоскость, в каждой точке которой задана яркость, являющаяся, таким образом, функцией координат на плоскости. Обозначим яркость в точке с координатами (x, y) через $v(x, y)$. Таким образом, изображение полностью характеризуется функцией v

(x,y) , задающей распределение яркости. Обычно изображение задается в дискретизированном виде, поэтому функция $v(x,y)$ определяется с любой заранее заданной точностью ее дискретным представлением, т.е. значением средней яркости для конечного числа достаточно маленьких элементарных участков, покрывающих изображение. Вместо яркости рассматривают коэффициент поглощения в каждой точке плоскости (его называют так же чернотой). Чернота и исследуемая визуальная масса (μ) близки по своим значениям, но между ними нет знака равенства. В данной работе была выдвинута гипотеза о наличии функциональной зависимости между значением визуальной массы и значениями степени черноты в цветовой системе СМΥК компьютера.

Если в предыдущие годы для оценки визуальной массы, динамики силуэта и вектора динамичности в архитектурно-дизайнерском проектировании можно было обойтись анализом только черно-белых (контурных) изображений, то проектные задачи XXI века потребовали более глубокой оценки визуальной массы полутоновых и полноцветных изображений.

Вначале в основу количественной оценки визуальной массы была положена подтвержденная многочисленными экспериментами следующая функциональная зависимость:

$$\mu = f(k; l; \rho; \alpha; \lambda; s; x; y; z), \quad (2.1)$$

где k – коэффициент, учитывающий особенности зрительного восприятия;

l – периметр;

ρ – коэффициент отражения;

α – угол наклона главной динамической оси объекта относительно принятых осей координат;

λ – доминирующая длина волны;

s – площадь;

x, y, z – координаты пикселей изображения.

На последующих этапах проводимых исследований экспериментально было выявлено, что количество визуальной массы преимущественно зависит от значения коэффициента отражения поверхности « ρ ». Поэтому для решения задач в архитектурно-дизайнерском проектировании достаточно воспользоваться зависимостью:

$$\mu = f(k, \rho), \quad (2.2)$$

где k – коэффициент, учитывающий особенности работы зрительной системы человека.

В основу разработки были положены ранее полученные автором графики зависимостей визуальной массы от коэффициентов отражения (рисунок 2.6) и от значений чистоты цвета и доминирующей длины волны (рисунок 2.7) [76]. Ранжирование испытуемыми эталонов цвета по убыванию или нарастанию субъективно воспринимаемой визуальной массы на белом фоне показало, что коэффициенты отражения в максимальной степени могут характеризовать величину визуальной массы.

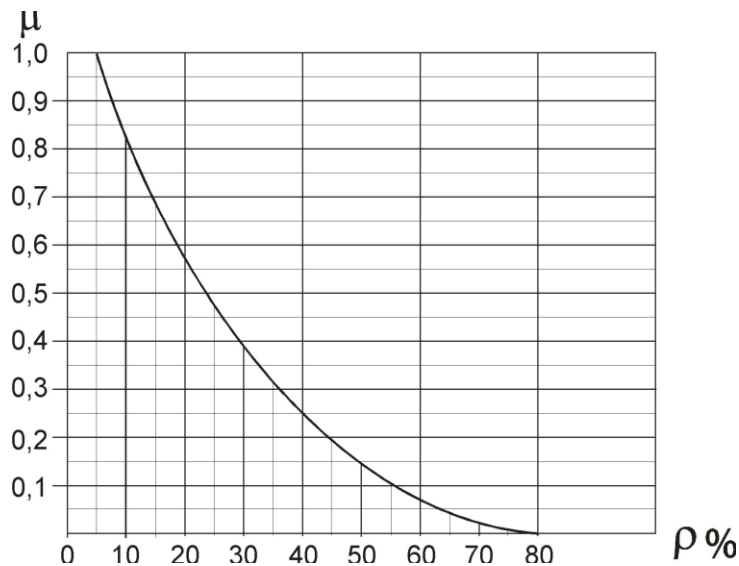


Рис. 2.6. Зависимость величины визуальной массы от значений коэффициентов отражения поверхности

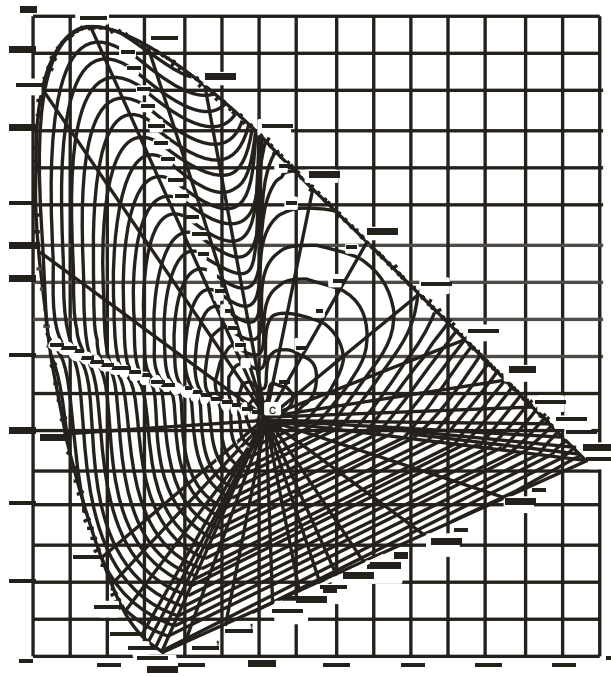


Рис. 2.7. Зависимость величины визуальной массы от значений доминирующей волны и чистоты цвета

С целью разработки компьютерной программы, дополняющей программы «Анализатор» и «Классификатор», в диссертационной работе было предложено использовать процедуру предварительного преобразования пикселей в системе *RGB* в серые изображения по заложенному в программное обеспечение компьютеров уравнению $Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$ и вычислять количественные значения визуальной массы, пользуясь функциональной зависимостью её значений от процента черного в системе *СМΥΚ* (рисунок 2.8). При этом значение черноты K определяется через уравнение: $K = 1 - Y/255$.

Для подтверждения сказанного были произвольно выбраны шестнадцать эталонов цвета (см. таблицы 1 и 2) с замеренными цветовыми колористическими характеристиками доминирующей длины волны в спектре, коэффициента отражения и чистоты спектрального цвета.

Эталоны цвета

№ п/п	Цвет поверхности	Доминирующая длина волны λ°	Чистота цвета P°	Коэффициент отражения ρ°
1.		576,8	16,0	78,14
2.		579,0	28,0	49,05
3.		583,5	39	39,73
4.		590,5	34	13,31
5.		574,3	60	70,52
6.		578,4	76	55,11
7.		586,0	77	40,98
8.		585	53	19,14
9.		591,5	22	61,73

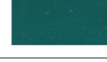
Таблица 1

№ п/п	Цвет поверхности	Доминирующая длина волны λ°	Чистота цвета P°	Коэффициент отражения ρ°
10.		618,0	35	10,40
11.		630,0	15,5	7,69
12.		483,0	20	11,82
13.		495,5	34	18,10
14.		481,0	10	10,72
15.		505,0	35	19,75
16.		547,0	28	52,35

Эталоны цвета выбраны таким образом, чтобы можно было видеть созависимость значений коэффициентов отражения света от поверхностей эталонов и их черноты в цветовой системе СМУК во всех участках спектра. Процедура ранжирования испытуемыми (см. приложение В) эталонов цвета на экранах мониторов полностью подтвердила эффективность разработанного алгоритма количественной оценки визуальной массы.

Эталоны цвета

Таблица 2

№ п/п	Цвет поверхности	Параметры цвета	Кoeffициент отражения $\rho\%$	Проценты черного модели CMYK
1.		R= 248 G= 237,5 B= 213,5	 78,14	 7,0
2.		R= 224 G= 196 B= 153	 49,05	 23,0
3.		R= 223,1 G= 169 B= 113,5	 39,73	 30,0
4.		R= 159 G= 98 B= 59,9	 13,31	 57,0
5.		R= 249 G= 229,1 B= 106,3	 70,52	 10,0
6.		R= 246 G= 206 B= 32	 55,11	 18,0
7.		R= 242 G= 161,8 B= 49,3	 40,98	 30,0
8.		R= 184,6 G= 111 B= 50,5	 19,14	 50,0
№ п/п	Цвет поверхности	Параметры цвета	Кoeffициент отражения $\rho\%$	Проценты черного модели CMYK
—		R= 246 G= 200,8 B= 176,5	 61,73	 18,0
10.		R= 191 G= 43 B= 55	 10,40	 60,0
11.		R= 141 G= 50 B= 56,5	 7,69	 68,0
12.		R= 5,9 G= 101,6 B= 160,5	 11,82	 62,0
13.		R= 40 G= 114 B= 148	 13,97	 59,0
14.		R= 28,8 G= 104 B= 98,2	 10,72	 63,0
15.		R= 47,5 G= 165 B= 126	 19,75	 44,0
16.		R= 60,6 G= 53 B= 112	 5,71	 76,0

Для количественной оценки визуальной массы полноцветных изображений, было последовательно выполнено 2 этапа работ:

1 этап – разработка алгоритма №1 для количественной оценки « μ » (визуальной массы) цветного пикселя (см. приложение В.);

2 этап – разработка алгоритма №2 для количественной оценки значения μ (визуальной массы), определения центров визуальных масс и место положения осей композиционного равновесия масс цветного изображения.

Ранее предполагалось, что для оценки значения визуальной массы в зависимости от величины коэффициента отражения необходимо воспользоваться специальной измерительной оптической головкой. Она предназначена для оценки значений коэффициентов отражения поверхностей и работает совместно с аналого-цифровым преобразователем (АЦП), реализующим полученную в результате проведенных исследований функциональную зависимость $\mu = f(\rho)$. Для оценки значений визуальной массы мы воспользовались компьютерным ресурсом представления цвета пикселей.

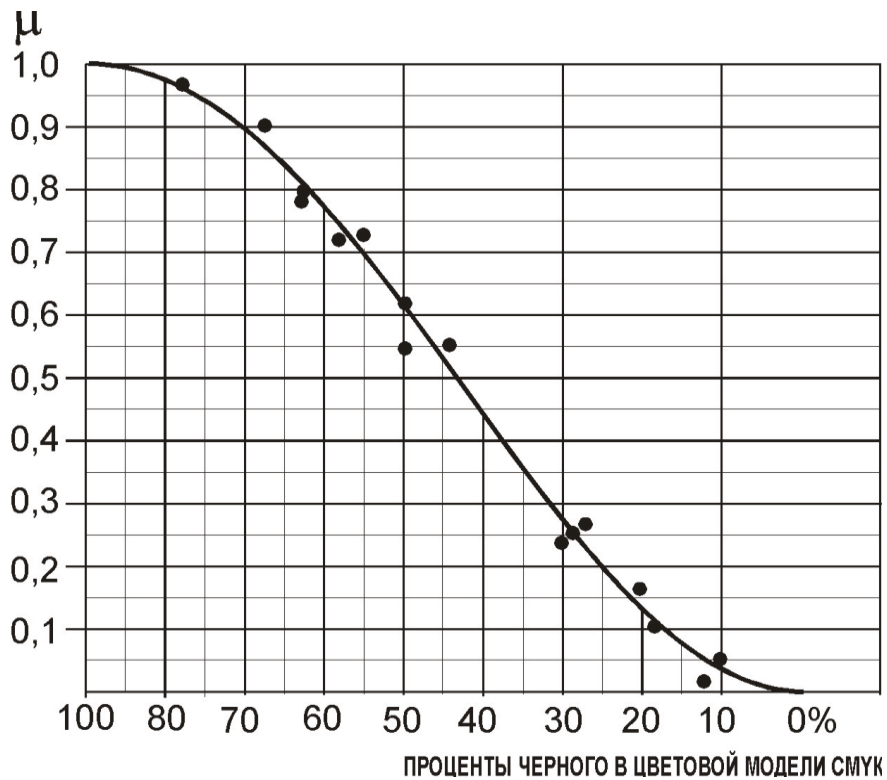


Рис. 2.8. Значения массы цветных эталонов на экране компьютера (обозначены точками), переведенных в режим серого цвета

Разработка алгоритма количественной оценки визуальной массы цветных изображений была основана на таких начальных инновационных понятиях, как:

а) количество визуальной массы изображения не равно сумме всех образующих его пикселей (подтверждено выше перечисленными экспериментами);

б) визуальная масса верхних квадрантов изображения (рисунок 2.9) на 12% больше значения μ двух нижних квадрантов (подтверждено экспериментально);

в) визуальная масса пикселей, расположенных вдоль биссектрис прямых углов квадрата изображения и горизонтальной и вертикальной осей, проходящих через его геометрический центр, является более значимой;

г) подсчет значений пикселей должен осуществляться по спиралеобразной траектории (рисунок 2.10).



Рис.2.9. Соподчинение квадрантов изображения (в верхних квадрантах визуальная масса пикселей на 12% превышает значение массы в нижних квадрантах)

С целью решения поставленных задач в данной работе была построена математическая модель виртуальной колоколообразной поверхности значений коэффициентов весомости пикселей анализируемого поля изображения, приближенно отвечающая особенностям восприятия визуальной массы человеком и схематично представленная на рисунке 2.10.

Предложенная модель сетчатки представляет собой квадратную матрицу $n \times n$ пикселей, к каждому из которых соотнесен скалярный положительный однородный весовой коэффициент k_i . Ее формат в системах цифровой обработки изображений, созданных на базе IBMPC, практически может быть любым (обычно 256×256 ячеек). Характер весомости ячеек проиллюстрирован на рисунке 2.10.

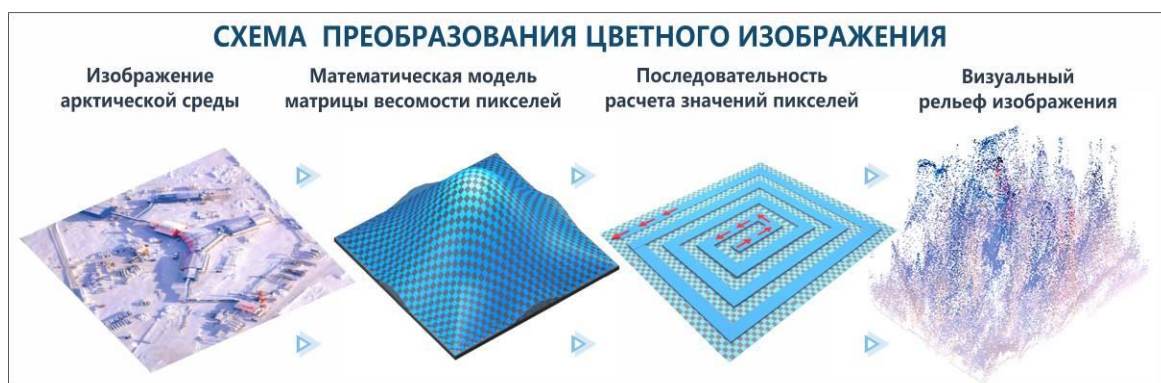


Рис. 2.10. Последовательность компьютерной обработки изображения при расчете значений визуальной массы пикселей изображения

Завышенными коэффициентами весомости k_i обладают ячейки, расположенные на биссекторных направлениях. На поверхности значений коэффициентов весомости отчетливо просматривается различие высот «выступов» участков поверхности над биссекторными направлениями и над осями координат x и y (рисунок 2.11).

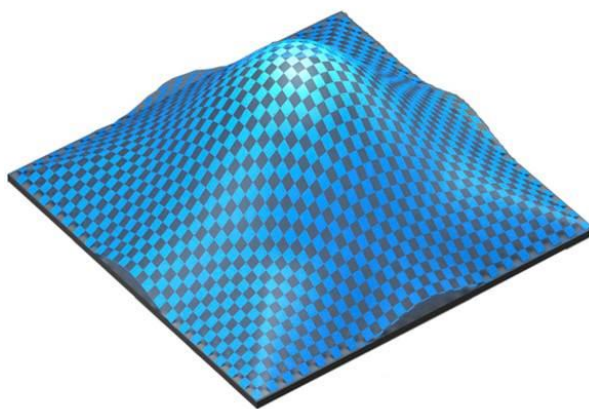


Рис.2.11. Разработанная форма виртуальной поверхности значений весомости пикселей планигона системы компьютерного зрения

Процедура расчета визуальной массы элементов всего изображения представляет собой суммирование произведений $\mu_i k_i$ по улиткообразной спирали, началом которой является центр визуальной массы исследуемого изображения. Траектория движений, проходящая по всем ячейкам рецептивного поля, складывается из циклов. В свою очередь, каждый цикл складывается из 4-х

движений: горизонтального «слева-направо», вертикального «сверху-вниз», горизонтального «справа-налево» и вертикального «снизу-вверх». Каждое движение складывается из двух частей. В первой части движения значения коэффициентов весомости ячеек убывают, во второй – возрастают. Рецептивное поле $m \times m$ ячеек покрывается за $m/2$ циклов. В каждом цикле содержится $8n - 4$ ячеек (n – порядковый номер цикла). Обозначаем значение визуальной массы (в дальнейшем массы) n -ого цикла как μ_i (измеряется в относительных единицах).

Процедура расчёта массы изображения завершается суммированием произведений $\mu_i \times K_i$ и делением полученной суммы на максимально возможный результат (когда μ всех ячеек равна 1). K_{max} , задаваемый априори, равен 1, если $x = y$. Если $y > 0$, $y < 0$.

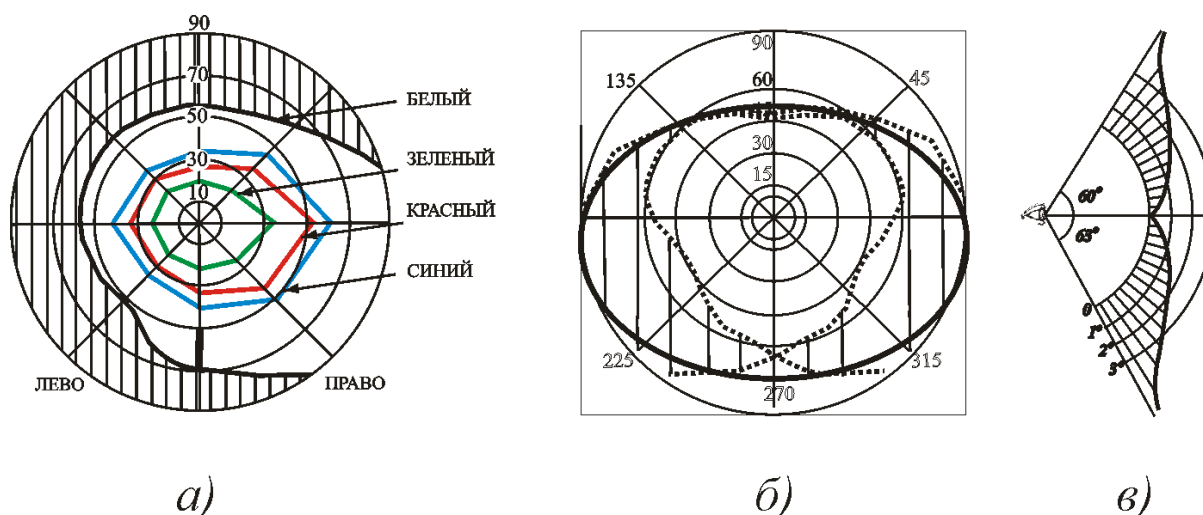


Рис.2.12. Границы восприятия цвета: а – правым глазом; б – бинокулярное зрение; в – углы различения размеров элементов изображения

Наряду с вышесказанным, был разработан алгоритм, моделирующий поле зрения человека с размытостью от фовеа к периферии, выполняющий осмотр в соответствии со стратегией переключения внимания на элементы с большей массой в начале осмотра, а затем на элементы с меньшими массами (см.

приложение В илл. 5). При этом осмотр изображения выполняется без процедуры идентификации элементов (рисунки 2.12, 2.13).

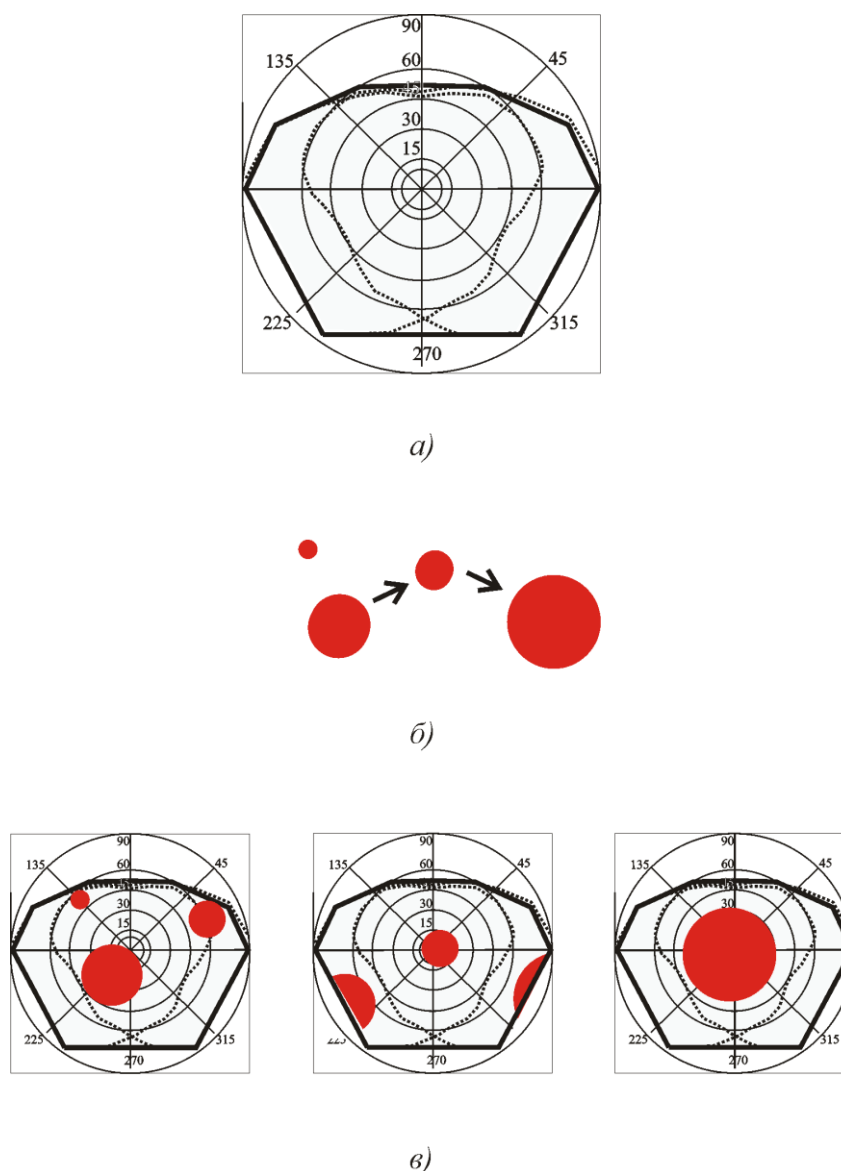


Рис.2.13. Разработанная форма виртуального поля зрения: а – границы видения; б – пример анализируемой композиции; в – стратегия компьютерного осмотра (в поле зрения компьютера внимание переключается на элементы с большей массой)

Интенсивное расширение искусственного ландшафта и предметной среды – одна из характерных черт шестого технологического уклада, где методология дизайна экстремальной среды освоения надводного и подводного пространства с их богатейшими природными ресурсами становится чрезвычайно актуальной.

Исследуя многосложные средовые объекты, были выявлены семь уровней визуально воспринимаемых объектов (рисунок 2.14). В основу был положен уровневый характер зрительного восприятия предметной среды, представляющий собой врожденную стратегию зрительного восприятия человека [75,130]. При зрительном восприятии окружающей среды наблюдатель отчетливо видит не всё множество составляющих её объектов, а лишь часть этого множества, образующую в его сознании некую композицию, обладающую, с точки зрения математики, «размытостью», нечеткостью [138]. Для того чтобы перейти к другим, как правило, более мелким, первоначально невидимым, частям изображения, зрительная система должна выполнить перенастройку.

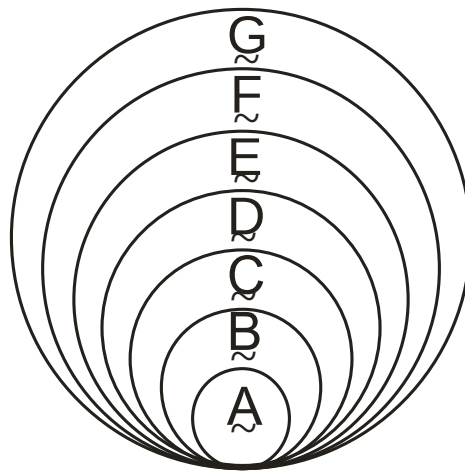
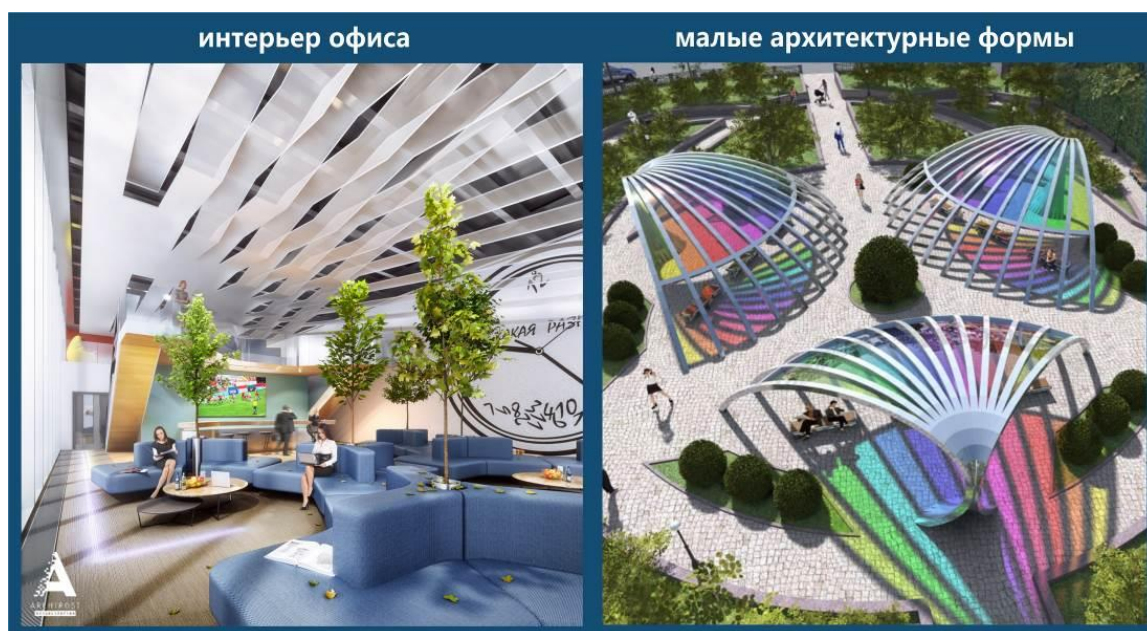


Рис. 2.14. Иерархия уровней зрительного восприятия предметной среды

К первому уровню зрительного восприятия объектов – (А) относятся элементы среды, размеры которых очень малы и лежат в пределах от 0,1 мм до 1 мм; например: линии, образующие текстуру и фактуру поверхностей средовых объектов. Второй уровень – (В), где интервал размеров – от 1 мм до 10 мм: в производственной среде уровень В может быть представлен графическими элементами панелей оборудования (буквы и цифры), крепежными элементами, сигнальными светодиодами и т. п. Третий уровень – (С), интервал размеров – от 10 мм до 100 мм. К размерным элементам уровня С в предметной среде относится достаточно много предметного окружения человека. Четвертый – (D) – размеры объектов среды от 100 мм до 1 м. Человек живет в мире, состоящем из

объектов уровня D. Предметы, захваченные кистью руки, наиболее часто воспринимаются человеком. Пятый – (E) – элементы этого уровня имеют диаметры от 1 м до 10 м: к ним относятся стены, потолки, полы, панели дверей, рамы оконных проемов, ковры, шторы, элементы композиций фасадов зданий, “малые архитектурные формы”. Шестой уровень – (F), размеры элементов – от 10 м до 100 м. Уровень образован элементами экстерьеров зданий и сооружений, элементами окружающей их территории. Седьмой уровень – (G) – размер объектов от 100 м до 1 км (рисунок 2.13): объекты городской среды, элементы ландшафта, панорам крупных предприятий, мосты, автотрассы, плотины водохранилищ. Композиции, образованные элементами, лежащими ниже уровня А и выше уровня G, не воспринимаются глазом человека без специальных оптических устройств.

На основе уровневого характера зрительного восприятия предметной среды был разработан алгоритм №3 количественной оценки многосложных средовых объектов, который позволяет разложить элементы анализируемого изображения на визуально воспринимаемые уровни (см. приложение В илл. 6).



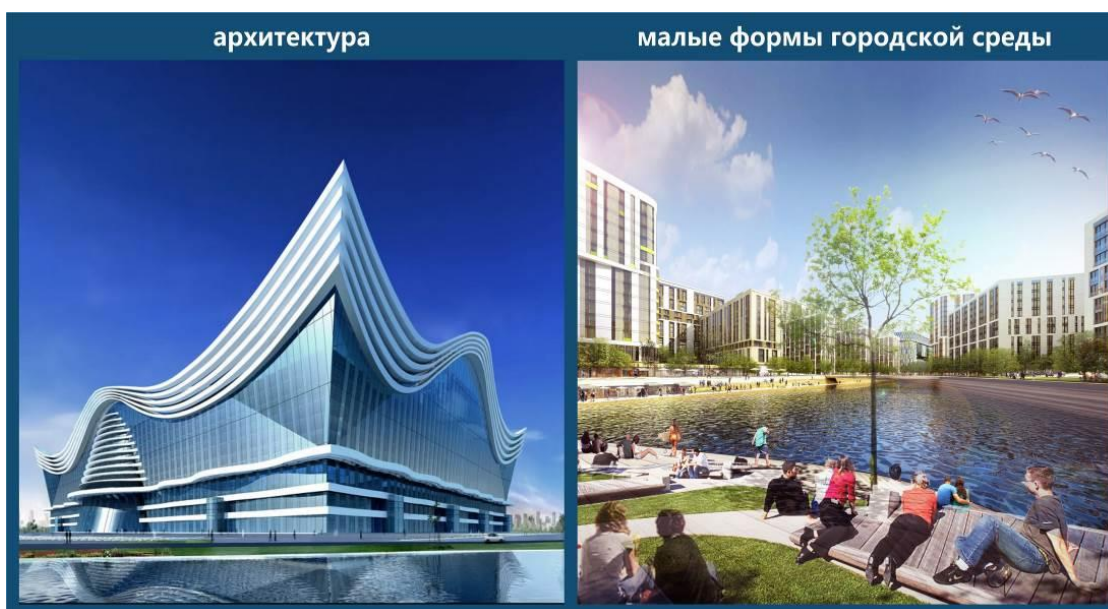


Рис. 2.15. Примеры уровней зрительного восприятия предметной среды: сверху - уровень Е; внизу – уровень F



Рис. 2.16. Примеры композиций уровня G

Анализируя способности зрительного восприятия человеком выявленных уровней предметной среды, были сделаны следующие заключения. Во-первых, для наблюдателя уровни визуально автономны в размерах объектов, и каждый воспринимаемый уровень является нечетким множеством элементов, так как человек способен одномоментно сравнивать лишь те объекты, размеры которых

различаются не более чем в десять раз (рисунок 2.17.). Во-вторых, размерная автономность облегчает задачу структурирования уровней, так как для координации значений параметров объектов, которые в среде складываются в уникальные композиции каждого уровня, можно выбирать произвольные величины модулей. В-третьих, для дизайнера при описании состава объектов среды появляется возможность оперировать символами и масштабностью.

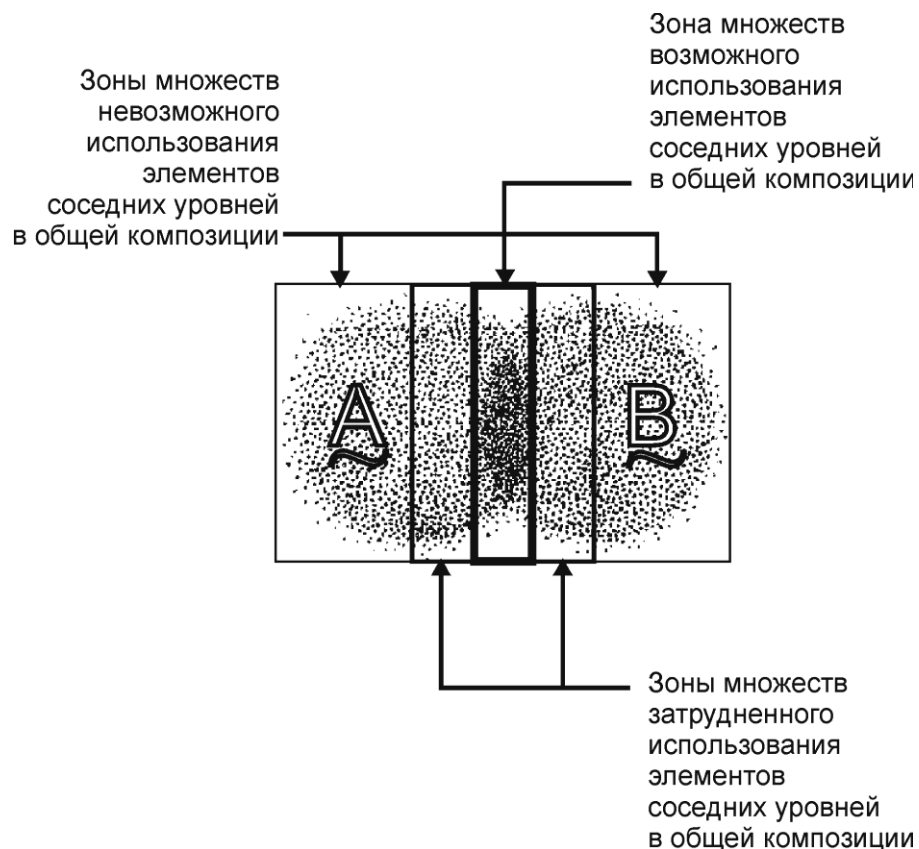


Рис. 2.17. Зоны зрительного восприятия элементов уровней

В своей практической деятельности дизайнер начинает структурирование среды с выделения уровней и кластеров – визуально воспринимаемых групп элементов уровня, представляющих собой его подмножества, формируемые врожденными подсистемами зрительного анализатора. После завершения этого уровня, дизайнер последовательно переходит к низшим уровням [133]. Число кластеров и составляющих их элементов может быть достаточно велико. Поэтому для дальнейшей оптимизации работы дизайнера на этапе процесса

проектирования предметно-пространственной среды выявляется необходимость использования компьютерной программы для распознавания состава, формы и структуры дизайн - объектов.

Ранее утверждалось (труды ВНИИТЭ), что каждый уровень или его кластер может разрабатываться самостоятельно, но всегда должно соблюдаться единое стилевое решение при переходе от уровня к уровню. В результате проведённого исследования можно увидеть, что сегодня, в процесс дизайна среды неизбежно входит комплексная система, состоящая из самостоятельных и взаимодействующих систем: композиционной, математической, технико-технологической и художественной. В основе разработки комплексной системы лежат формальная и ассоциативная теории композиции. При переходе от одного уровня к другому более целесообразно плавно видоизменять признаки элементов композиции, усиливая их визуальную компоненту по мере перехода на нижние уровни. Например, на уровне В углы вертикальных штрихов букв должны быть прямоугольными, с большей полевой энергетикой (начертание букв гарнитур «Гельветика», «Прагматика», «Универс», «Ариэл» и др.), а не скругленными, как это было рекомендовано ВНИИТЭ при разработке дизайн-программы объединения «Союзэлектроприбор» (шрифт «Приборный», начертания Пр-3, Пр-5).

2.2. Разработка метода анализа визуальной структуры формы объектов дизайна среды

Известно, что процедуру визуального анализа среды каким-либо наблюдателем можно представить в виде ряда условных схем (рисунок 2.18 – 2.19) [50,88]. Процесс восприятия есть действие по созданию образа, за которым следует процесс опознавания, представляющего действие отождествления наблюдаемого объекта с эталонами, записанными в памяти, и установление их тождества или различия. Если сформированный из перцептивных единиц образ (рисунок 2.19) совпадает с эталоном, то процесс опознавания завершается. В работе [130] введено новое важное понятие «кортеж» зрительного восприятия, представляющего некоторую согласованную совокупность многочисленных отдельных картин, воспринимаемых движущимися глазами. Утверждается, что структура кортежа для зрительной системы человека является сигнатурой, кодом, своего рода паспортом зрительного образа. Поясним сказанное с помощью рисунков 2.20, 2.21 и 2.22.

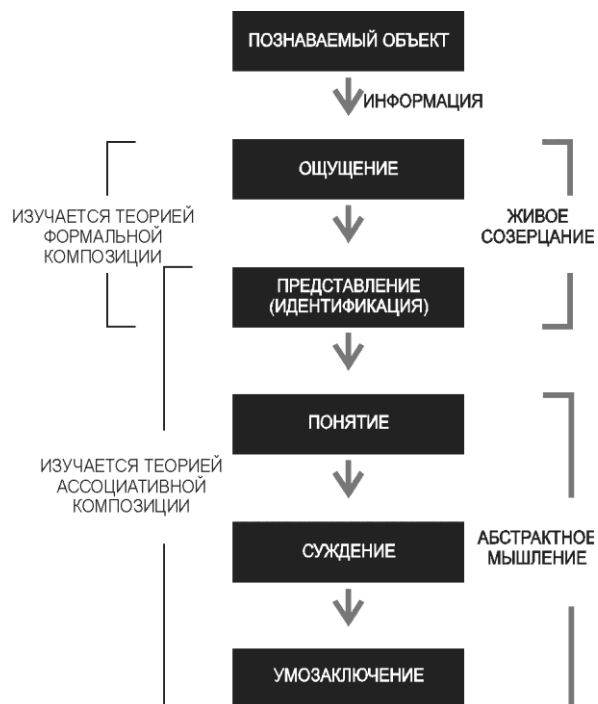


Рис. 2.18. Этапы отображения зрительной информации, изучаемые в формальной и ассоциативной теориях композиции

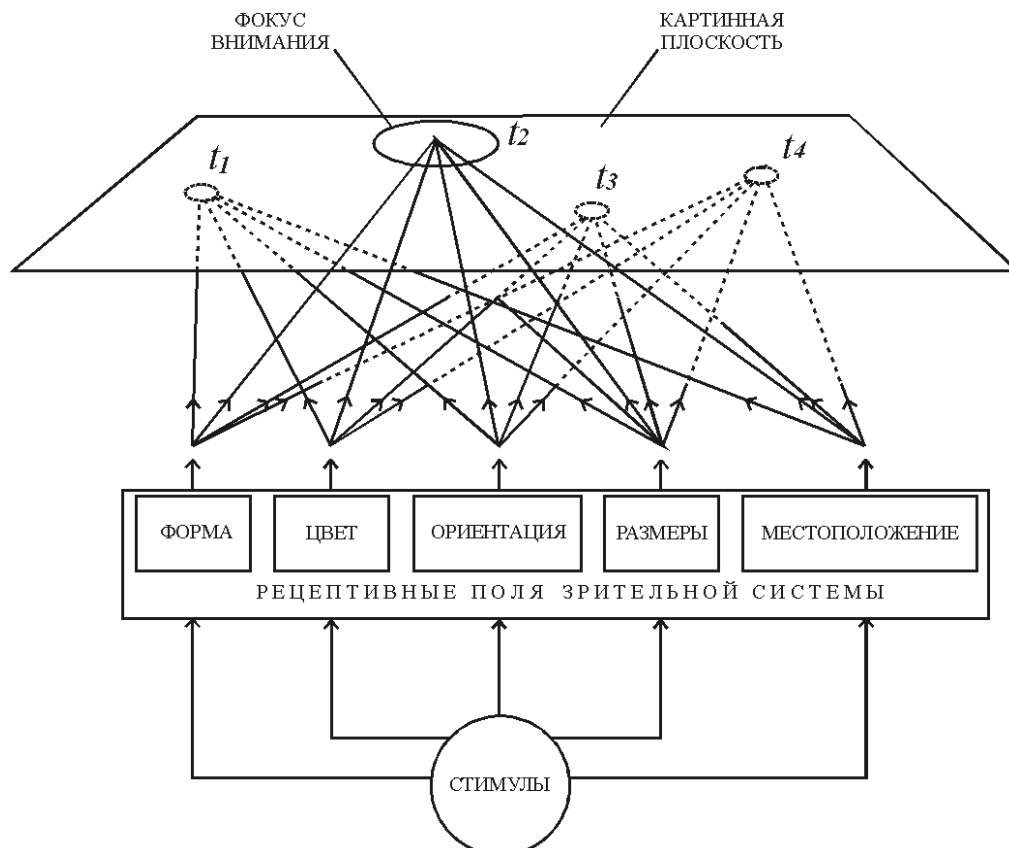


Рис. 2.19. Схема формирования образа из перцептивных единиц

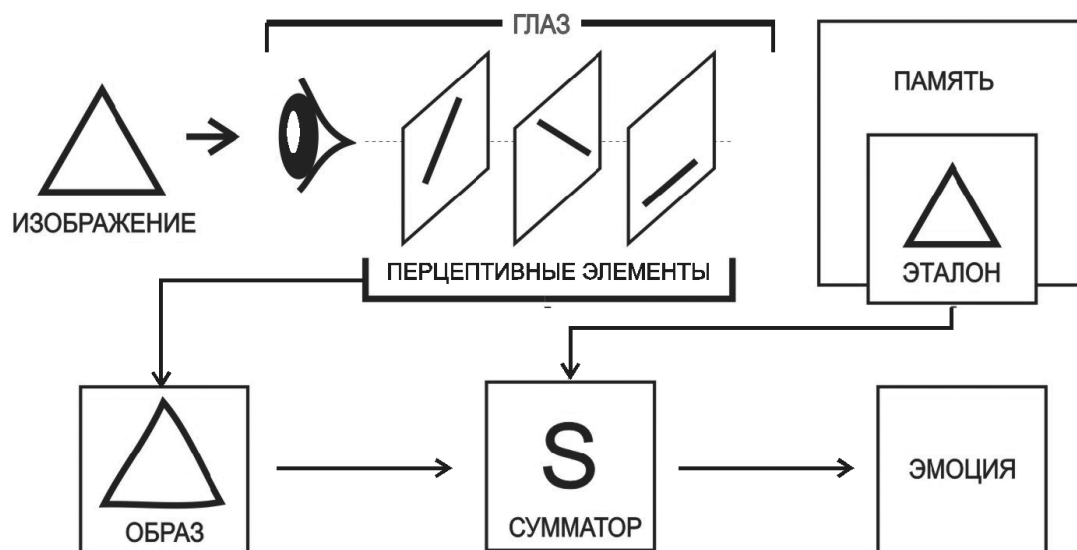


Рис. 2.20. Процедура восприятия и опознания (по В.П. Зинченко)

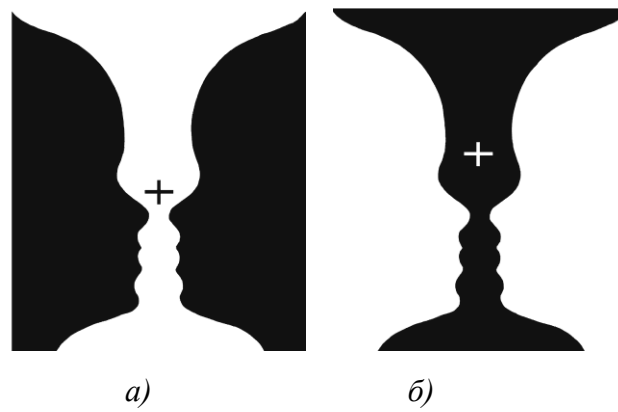


Рис. 2.21. Пояснение роли центров визуальной массы (обозначены крестом) в формировании кортежа зрительного восприятия

Если при начале осмотра изображения *а)*, показанного на рисунке 2.21, глаза наблюдателя зафиксируются на центре массы фигур черного цвета (компьютер обозначил центр массы крестом), то в сознании наблюдателя возникнут лица; при перемещении взгляда выше в зону центра массы вазы, возникнет устойчивый образ вазы, показанной на рисунке *б)*. На рисунке 2.22. показана ситуация, когда лишь всего одна команда – поворот изображения на 180^0 , кардинально меняет содержание композиции.

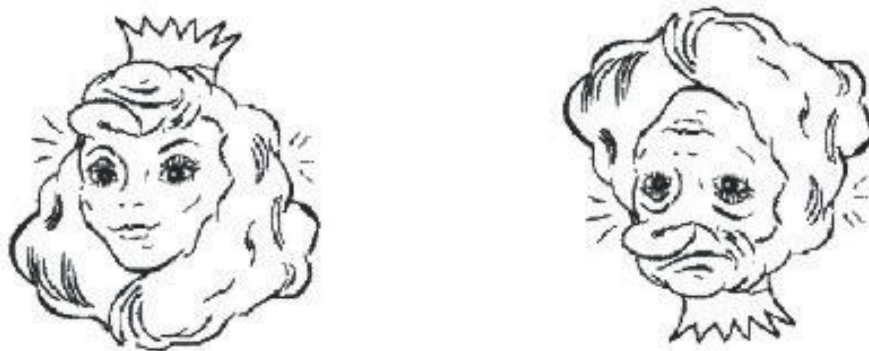


Рис. 2.22. Пример, когда поворот изображения на 180^0 приводит к кардинальной смене эталона памяти

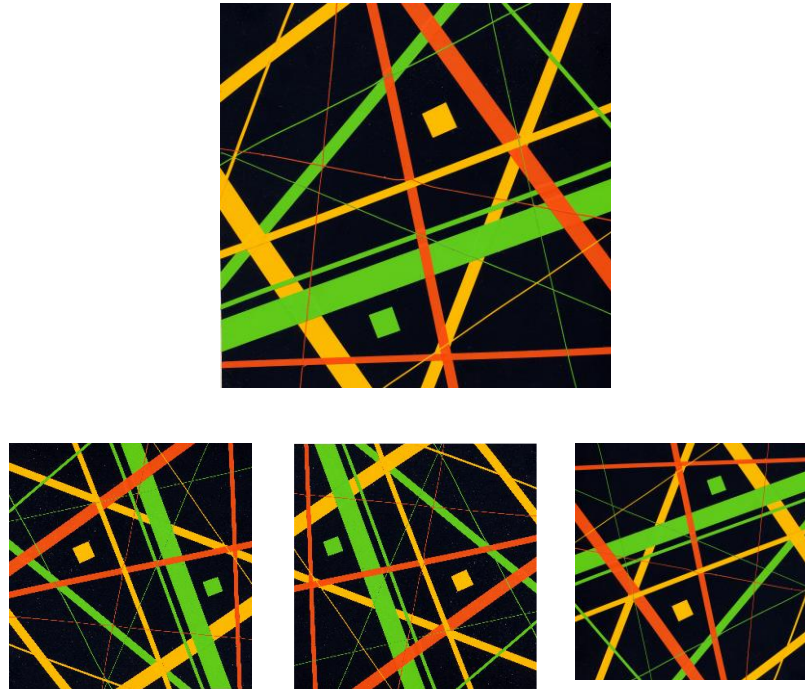


Рис. 2.23. Пример, когда трехкратный поворот верхнего изображения на 90^0 порождает еще три композиции, каждая из которых обладает одинаковой структурой, но различными кортежами зрительного восприятия, а, следовательно, своим уровнем эстетического качества

Из сказанного выше вытекает вывод о том, что в предметно-пространственной среде наблюдатель или камера компьютера, с целью полного анализа эстетических достоинств наблюдаемого дизайн-объекта, должны совершить странствие, перемещение вокруг него, чтобы получить необходимые знания о форме, о составе и структуре внешнего вида объекта. При этом, исходя из рассмотренных графических примеров, можно сделать вывод о, как минимум, четырехкратном увеличении трудоемкости анализа трехмерных пространственных форм. Такого рода аналитическая работа по оценке визуальных структур уровней Е, F и G в настоящее время может быть выполнена только на основе современных компьютерных технологий.

В работах А.В. Шаповала экспериментально выявлена первостепенная роль визуальной массы при осознании наблюдателем структуры изображения. Структура состоит из визуальной массы, и при ее оценке зрительная система реагирует на видимые и мнимые (полевые) информативные точки (фокусы).

Оказалось, что во время осмотра углов контуров наблюдаемых объектов в более чем 50% случаев глаза фиксируются на биссектрисах этих углов; биссекторные направления определяют стратегии осмотра, а также играют важную роль в формировании невидимой (полевой) картины изображения. Биссектрисы углов выступов и вогнутостей формы, по которым уровень энергетического потенциала окружающего нас физического поля достигает экстремальных значений, были названы «динамическими осями» (данный термин «динамическая ось» был введен в 1976 году в отраслевой стандарт ОСТ 4.270.000 – 76 для описания структуры панелей управления). Главной динамической осью называется ось, в направлении которой сконцентрирована основная часть визуальной массы изображения. Образующие углы линии называются вещественными осями структуры, невидимые биссектрисы углов получили название «мнимых» осей. В теории композиции точки пересечения динамических осей, представляющие собой фокусы (области концентрации энергии), получили название – «композиционные центры», в психологии зрительного восприятия и опознания – «информативные точки». Для проведения расчета сложности структуры формы, динамическим осям и композиционным центрам априори была дана различная весомость, значения которой обусловлены особенностями зрительного восприятия. Данный прием позволил получить полевою картину, как фигур, так и тел, идентичную эпюрам, получаемым специалистами по эниологии [67]. Вместе с этим необходимо помнить, что художественная композиция должна рассматриваться как сумма или комбинация вещественных и мнимых элементов.

С целью количественной оценки параметров структур был разработан алгоритм №4, позволяющий оценивать значения степени динамичности « δ » и направления вектора динамичности визуальной массы выделенного элемента композиции.

Степень динамичности δ выражается следующей функциональной зависимостью:

$$\delta = f(k; \mu; x; y) \quad (2.3)$$

где k – коэффициент, учитывающий особенности зрительного восприятия степени динамичности массы, μ – масса пикселей изображения, x и y – координаты пикселей относительно центра визуальной массы анализируемого изображения.

Рассмотрим более подробно суть данного признака. Для простоты изложения обратимся к анализу динамичности формы черно-белых изображений. В компьютерных расчетах динамичности такого рода изображений априори было принято значение массы пикселя (с зачерненностью 100%) равным единице (рисунок 2.36). Весьма приблизительно значение степени динамичности массы элемента прямоугольной формы вдоль оси координат может быть подсчитано по формуле $d = l / h$. По мере нарастания разницы между l и h возрастает влияние коэффициента k , учитывающего проявление основного психофизического закона восприятия. Более того, результаты компьютерной оценки динамичности соответствуют субъективным оценкам специалистов в области дизайна и архитектуры.

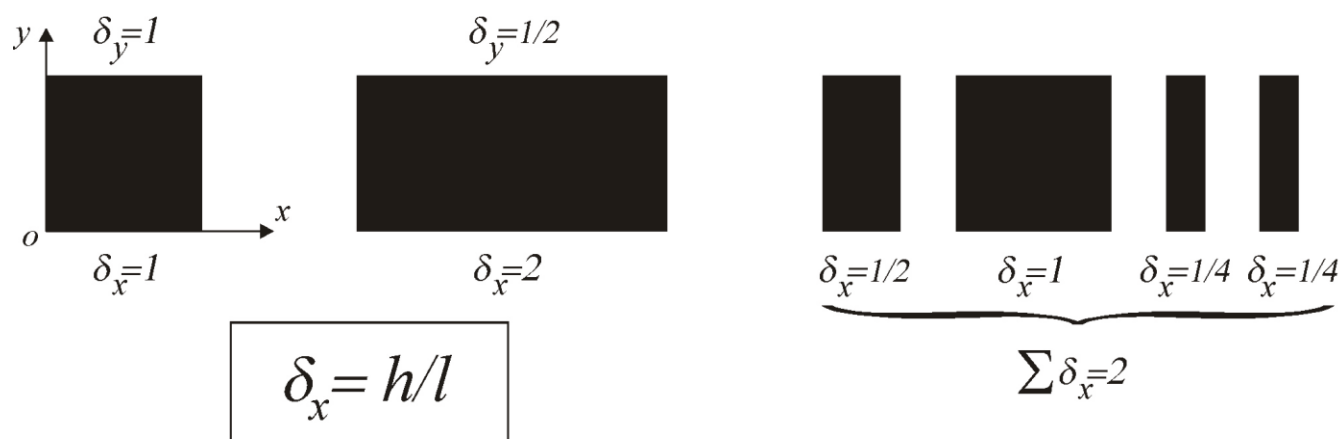


Рис. 2.24. Простейшая схема, поясняющая начальную фразу работы программы «Анализатор – М»

Алгоритм №4 состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Замеряются значения « μ » пикселей элементов композиции.

Шаг 2. Определяются координаты центра визуальной массы анализируемого участка изображения (элемента композиции).

Шаг 3. Центр визуальной массы « μ » принимается за начало декартовой системы координат.

Шаг 4. Определяются значения степеней динамичности верхних и нижних частей столбцов сетчатки изображения вдоль оси y (количество столбцов может быть любое, максимальное равно длине изображения вдоль оси x поделенной на количество пикселей в выбранном дискрете изображения).

Шаг 5. Определяются значения степеней динамичности столбцов.

Шаг 6. Осуществляется приведение значений $\delta(\mu, y)$ к оси x .

Шаг 7. Определяются значения степени динамичности левой части строки ($x < 0$) и правой части строки ($x > 0$).

Шаг 8. Определяются значения степени динамичности строки вдоль оси x .

Шаг 9. Определяются значения вектора динамичности.

Шаг 10. Вывод значений степени динамичности и вектора динамичности для заданного уровня дискретизации на экран монитора.

На основе полученных четырех алгоритмов был разработан метод анализа визуальной структуры формы цветных объектов предметной среды, который показан на рисунке 2.25.

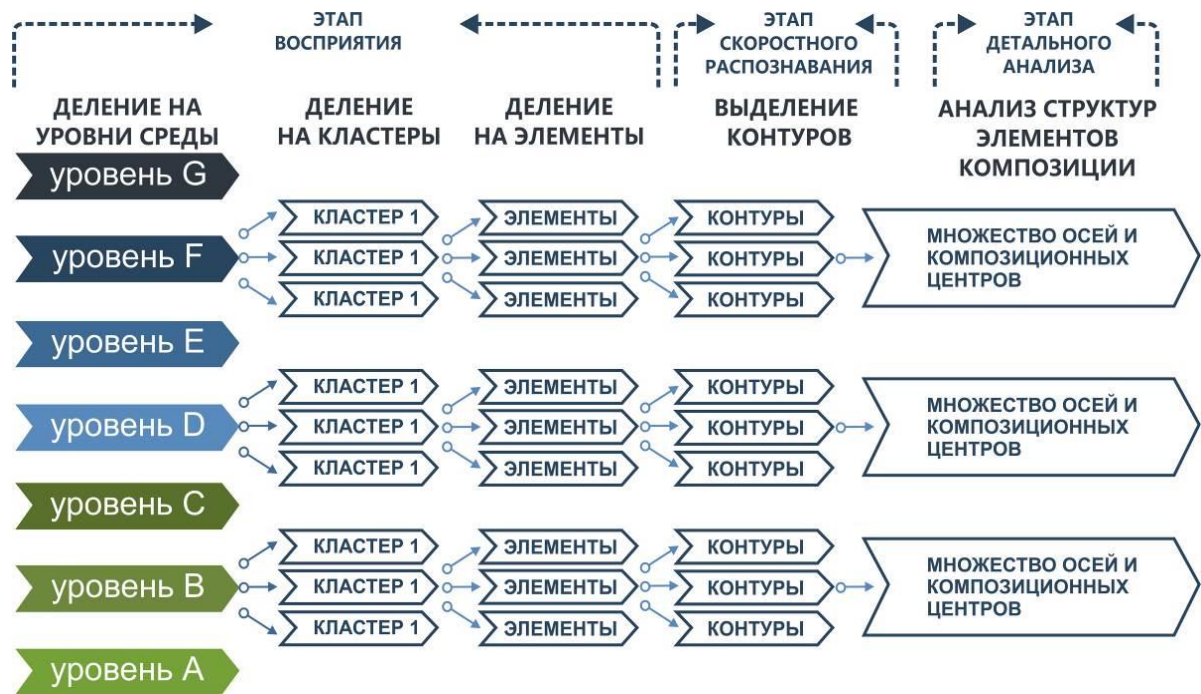


Рис. 2.25. Предложенный метод анализа визуально воспринимаемой формы объектов среды

Предложенный метод состоит из следующих этапов:

- 1 - выявление в изучаемом изображении среды объектов и формирование из них составов уровней;
- 2 - разделение множеств объектов уровней на кластеры;
- 3 - выделение внутри композиций кластеров главных, основных и второстепенных элементов;
- 4 - оценка соподчинения внутри групп главных, основных и второстепенных элементов;
- 5 - выделение внутри структуры каждого элемента главных, основных и второстепенных динамических осей и композиционных центров (точек пересечения динамических осей);
- 6 - эстетический анализ структур композиционных центров;
- 7 - проведение коррекции линейных, угловых и цветовых параметров композиций элементов, кластеров и уровней предметной среды;
- 8 - формирование рекомендаций по формообразованию объектов и дальнейшего введения проектных работ.

Поясним сказанное на процедуре анализа простейшей несмысловой линейной композиции. Для этого вновь обратимся к учебной студенческой работе, выполненной в рамках изучения дисциплины «Основы композиции», показанной на рисунке 2.23. Следует отметить, что такого рода композиции выполняются без помощи компьютера и без участия преподавателя, используется лишь метод наклеивания цветных полос на заранее подготовленный планшет черного цвета размером 200х200 мм. Цель работы – структурирование сбалансированной, целостной композиции. На завершающей стадии работа анализируется преподавателем, который указывает на обнаруженные им недостатки композиционного творчества. Разработанный метод позволяет преподавателю не только более наглядно донести до обучаемого смысл сбалансированности композиции относительно геометрического центра квадратного планшета, но и количественно оценить степень отклонения композиционного решения от идеального состояния целостности. Последовательность компьютерного анализа сбалансированности и целостности показана на рисунках 2.26, 2.27.

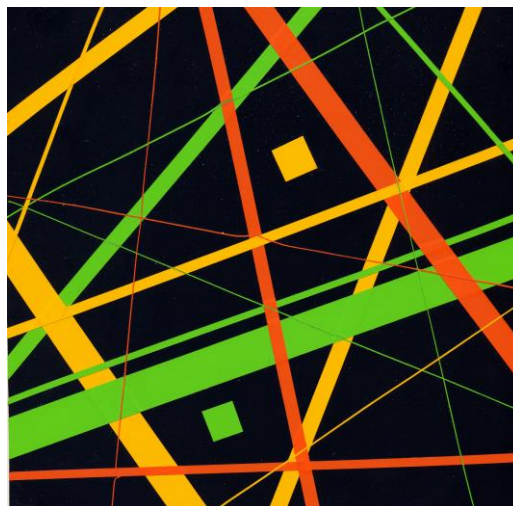


Рис. 2.26. Пример ассоциативно выполненной студенческой работы

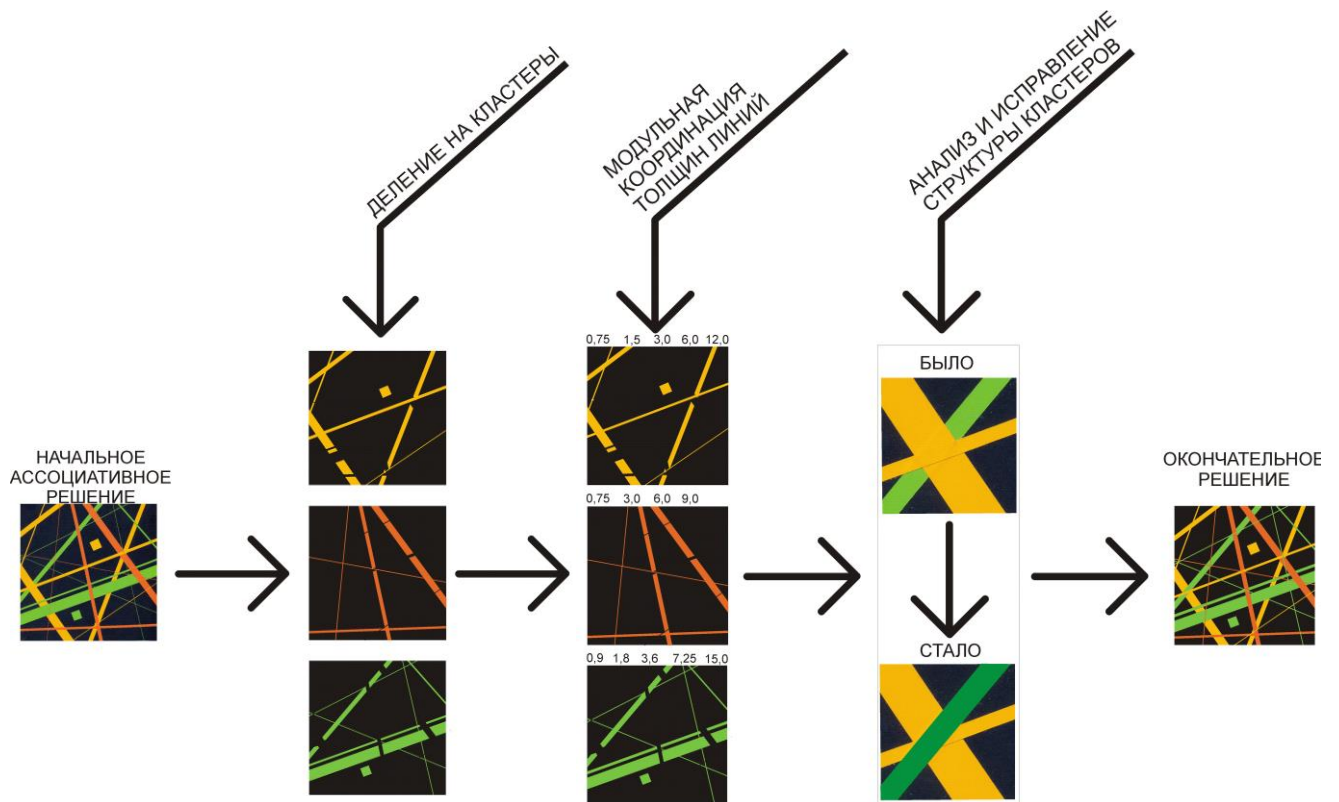


Рис. 2.27. Пример компьютерного анализа студенческой работы: анализируется структура каждого кластера; анализируются соотношения толщин линий; усложняются или упрощаются структуры композиционных центров

Суть одного из этапов (этап 2) предложенного метода – разложение композиции на цветные кластеры (см. приложение В илл. 7). При этом можно видеть, что каждый кластер имеет сложную структуру, в которой присутствует соподчинение главных (с максимальной массой), основных (масса средней величины) и второстепенных элементов (минимальная масса). На последующих этапах определяются местоположения центров масс композиций кластеров. Глядя на рисунок 2.28, можно сделать заключение о высоком эстетическом уровне решения поставленной задачи. Целостность общей композиции (рисунок 2.26) достигнута (координаты центров масс кластеров практически совпали). Баланс масс элементов анализируемой композиции также близок к идеальному решению (центры масс кластеров практически совпали с геометрическим центром черного планшета). На завершающей стадии работы с

кластерами анализируется структура композиционных центров (в данном случае точек пересечения линий), уточняется (усложняется или упрощается) их структура, в орнаментальных композициях определяется степень «стилевого» единства этих структур. Умение видеть степень совпадения координат центров масс в кластерах различного рода художественных или дизайнерских произведениях формируется в течение длительного временного периода (рисунки 2.29, 2.30). Предлагаемая аналитическая работа с компьютером позволяет существенно сократить сроки работы.

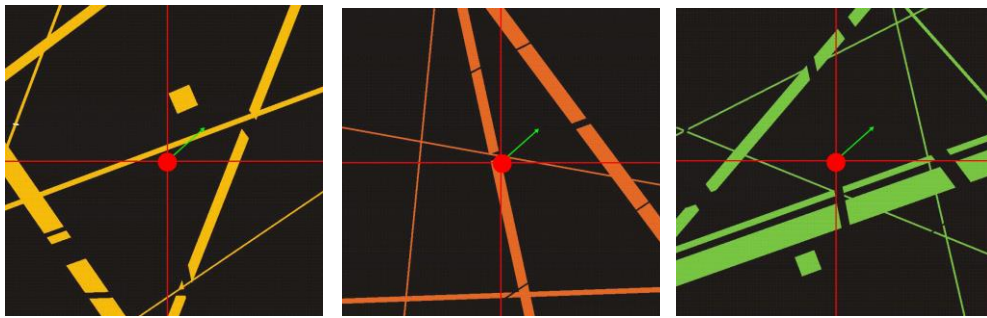


Рис. 2.28. Пример компьютерного анализа местоположения центров масс кластеров с целью определения целостности всей композиции

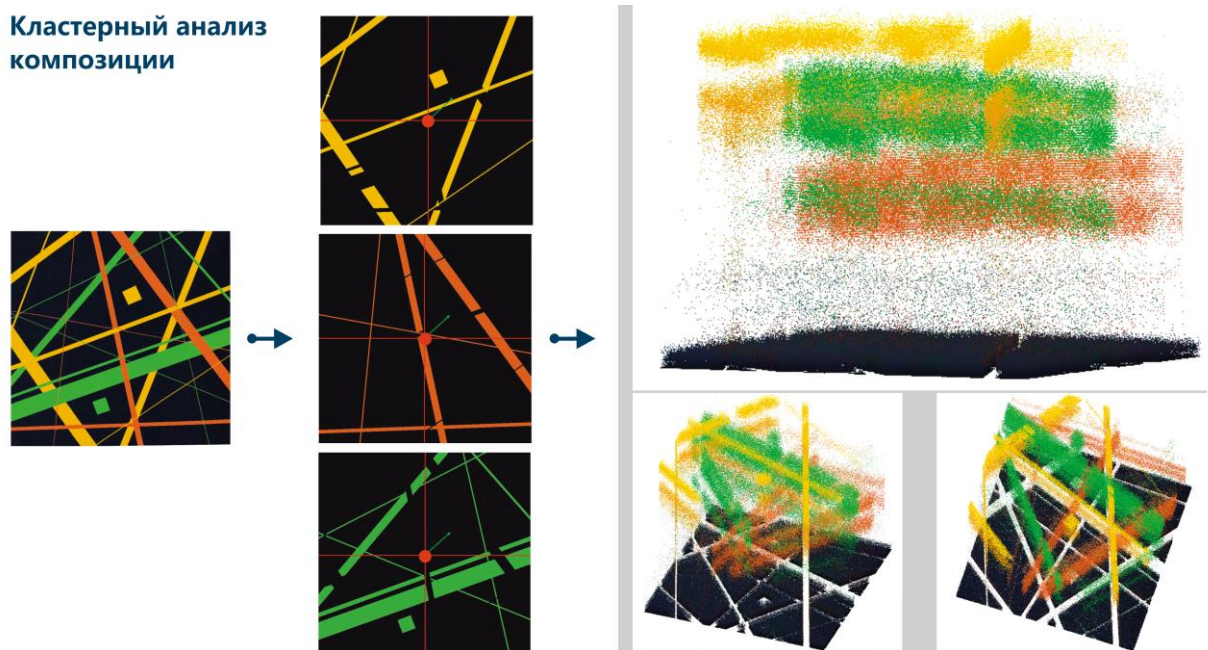


Рис. 2.29. Алгоритм компьютерного анализа масс кластеров с показом трехмерной картины весомости пикселей

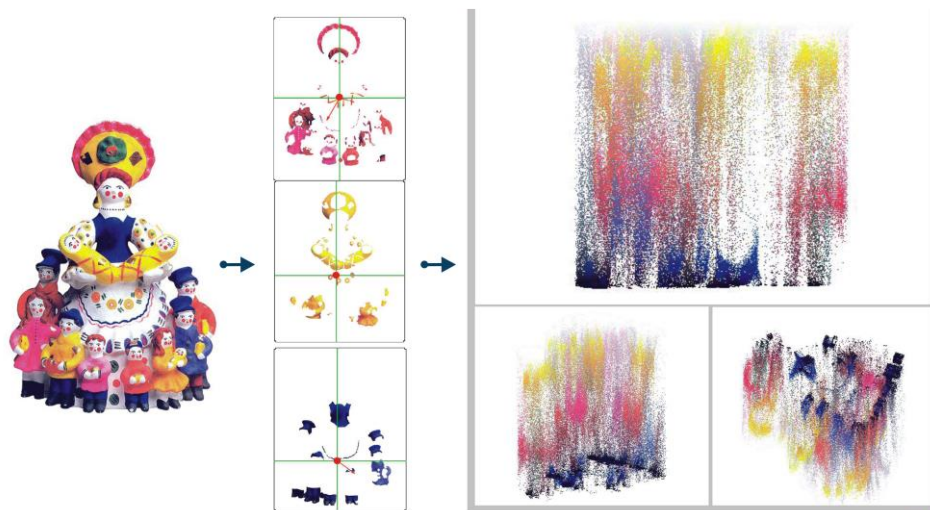


Рис. 2.30. Результат компьютерного анализа масс кластеров художественного объекта с показом трехмерной картины весомости пикселей (степень совпадения координат центров кластеров говорит о высочайшем мастерстве автора – З.В. Пенкиной)

Рассмотрим последовательность этапов в методе анализа визуальной структуры объектов среды на примерах студенческих работ (рисунки 2.31 – 2.34).

ВИЗУАЛЬНО ВОСПРИНИМАЕМЫЕ УРОВНИ ОБЪЕКТОВ В ИНТЕРЬЕРЕ

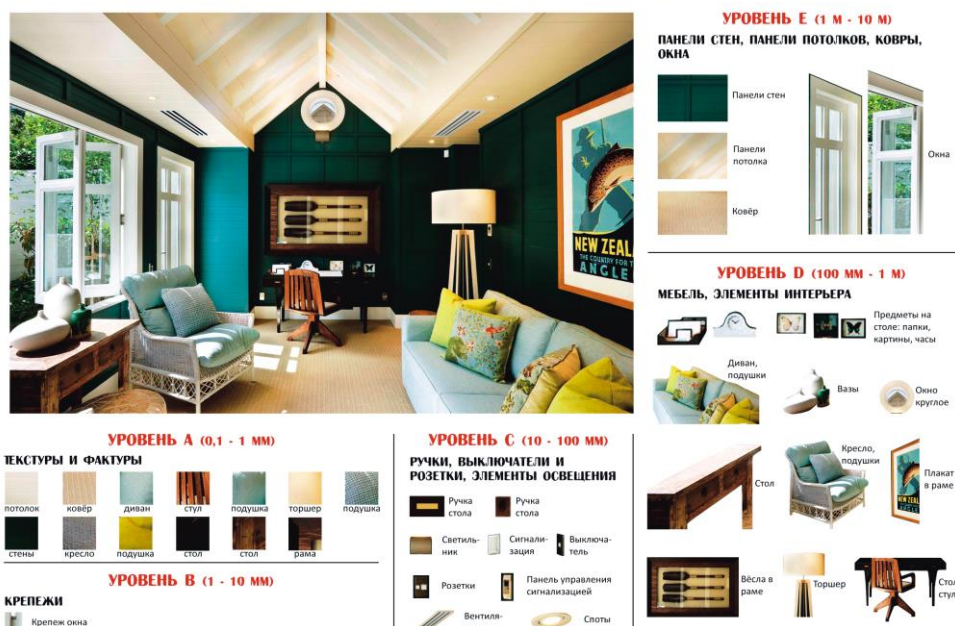


Рис. 2.31. Пример первого шага метода анализа среды на примере жилого интерьера (студенческая работа)

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ В ИНТЕРЬЕРЕ

УРОВЕНЬ А (0,1 - 1 мм)



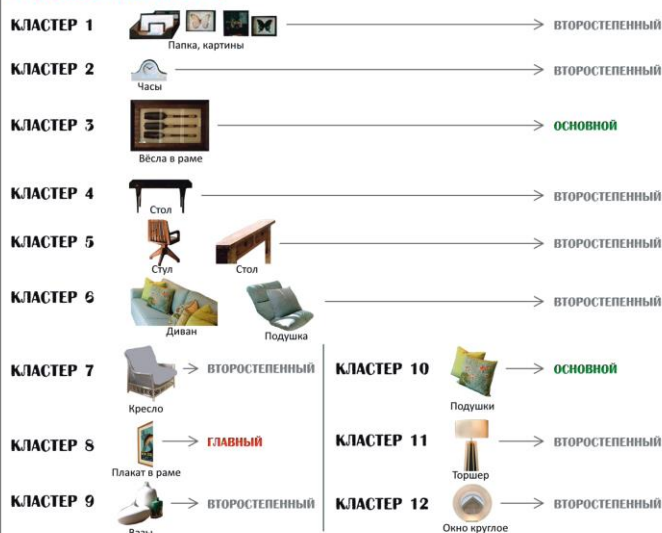
УРОВЕНЬ В (1 - 10 мм)



УРОВЕНЬ С (10 - 100 мм)



УРОВЕНЬ D (100 мм - 1 м)

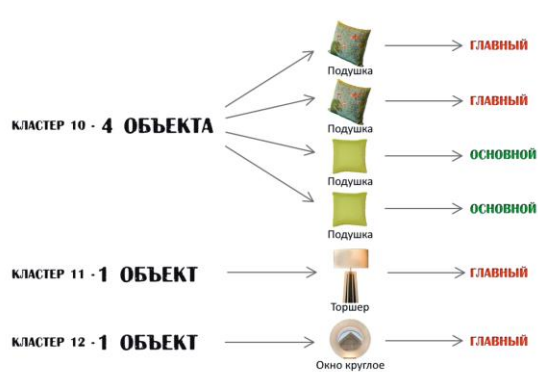
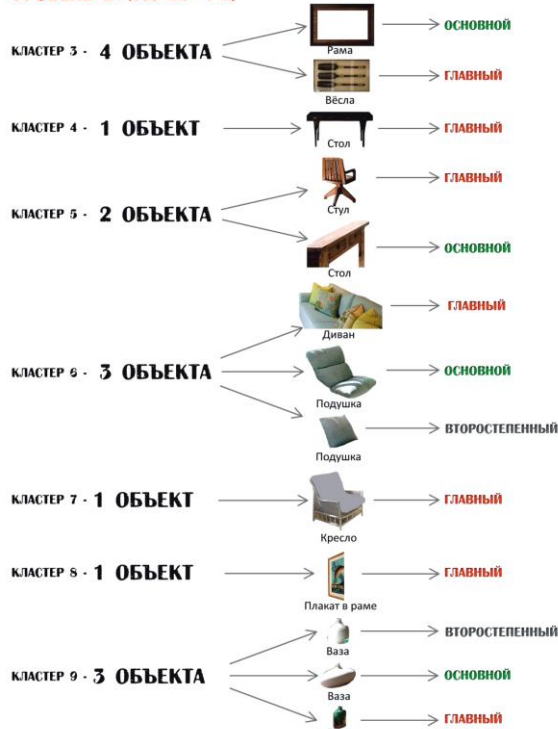


УРОВЕНЬ E (1 м - 10 м)



Рис. 2.32. Пример выявления количества и значимости кластеров – второго шага метода анализа среды (студенческая работа)

УРОВЕНЬ D (100 мм - 1 м)



УРОВЕНЬ E (1 м - 10 м)

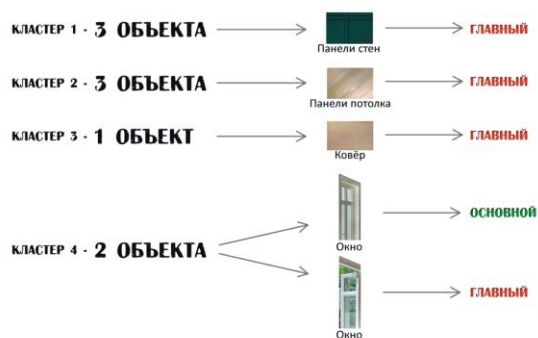


Рис. 2.33. Пример выявления состава кластеров и значимости их составных частей – третьего шага метода анализа среды (студенческая работа)

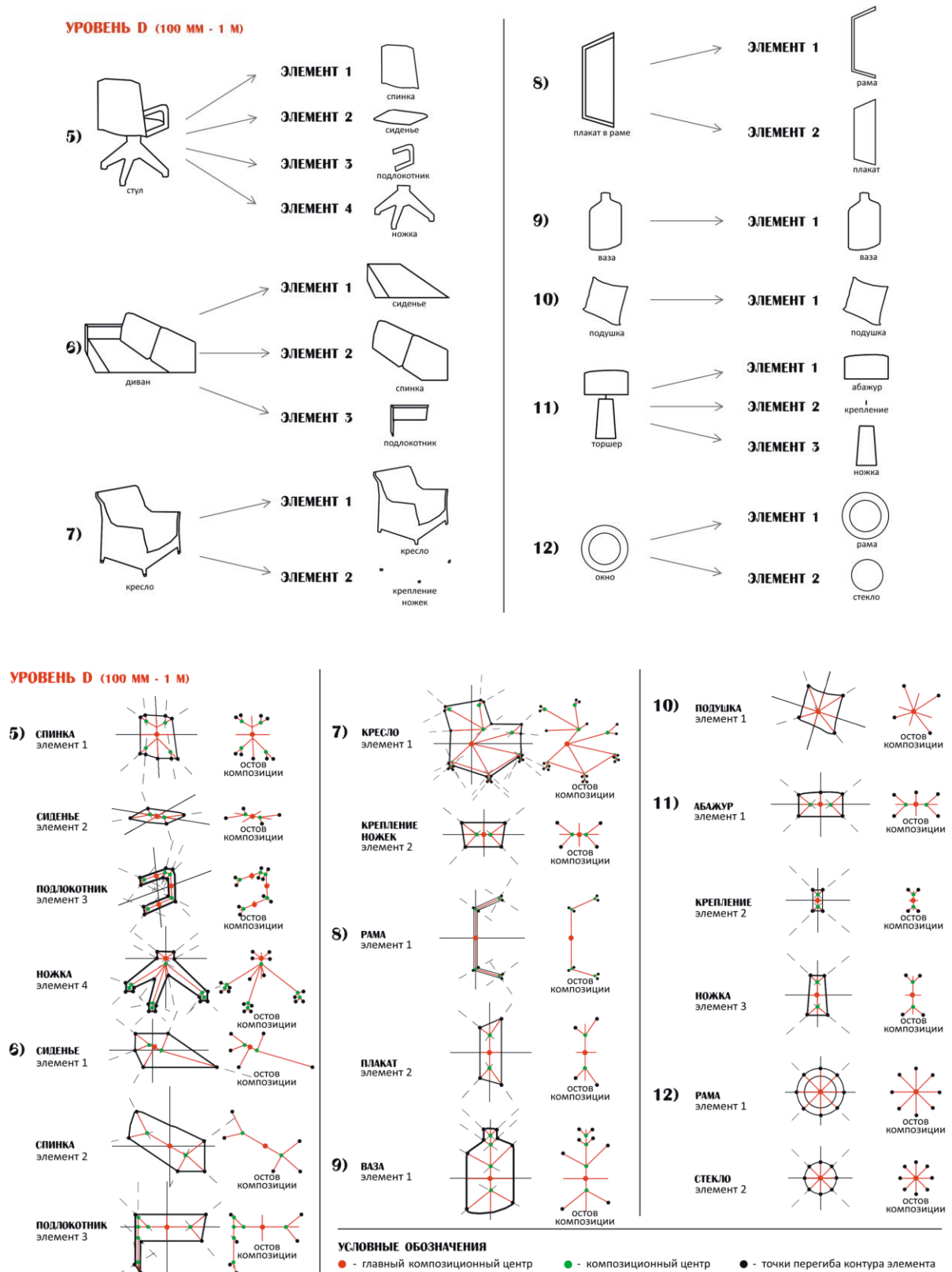


Рис. 2.34. Пример анализа структуры элементов объектов, образующих кластеры – четвертого шага метода анализа среды (студенческая работа)

Практика дизайна показала: визуально воспринимаемые уровни среды могут быть как насыщенными видимыми элементами, так и «пустыми» – в которых элементы либо совсем отсутствуют, либо число их резко снижено. Такая среда называется гомогенной. Утверждается, что зрительная система человека не может полноценно работать в гомогенной среде по следующим причинам: после очередной саккады (быстрые, согласованные движения глаз, происходящие одновременно и в одном направлении) глаз не находит детали для осуществления фиксации, что приводит к ощущению дискомфорта и нарушению автоматии саккад; не работают полноценно on- и off- системы, так как до саккады и после нее взор остается в рамках однородного видимого поля, в результате зрительная система оказывается как бы в заблуждении, что неизбежно ведет к неприятным ощущениям, к сбою работы бинокулярного аппарата глаза и аппарата аккомодации, а также к нарушениям регуляции размера зрачка [127].

Примером гомогенной среды может служить Арктика с примыкающими к ней полярными морями. В 1990-е годы отказ от государственной поддержки регионов Крайнего Севера разрушил выстроенную ранее систему жизнеобеспечения арктических территорий. В 1990-х годах экономическое состояние этих богатейших ресурсами регионов имело устойчивую тенденцию к полному падению, прекращению деятельности крупных, средних и мелких предприятий, к нарастанию миграции населения. Главной причиной такого состояния была несбалансированность экономики арктических регионов, недостаточное снабжение их продуктами питания, промышленными товарами, горючесмазочными материалами. В начале XXI века развитие северных и арктических регионов стало важнейшей стратегической задачей нашей страны. Активные и целенаправленные действия России по восстановлению утраченных в арктической зоне позиций, как в экономической сфере, так и в обеспечении безопасности страны, были предприняты с начала XXI века. Эффективное освоение отдаленных и труднодоступных регионов российского Севера невозможно без создания там современной инфраструктуры. Сегодня перед

дизайнерами обновляемой арктической среды поставлен широкий спектр задач. Для решения некоторых из них потребовалась разработка компьютерной программы, предназначенной для количественной оценки значений визуальной массы кластеров и элементов визуально наблюдаемой среды. Поставленная задача была успешно решена. В итоге, в рамках выполнения данной работы было создано соответствующее математическое обеспечение, которое составило основу разработанной компьютерной программы, меню которой показано на рисунке 2.35.

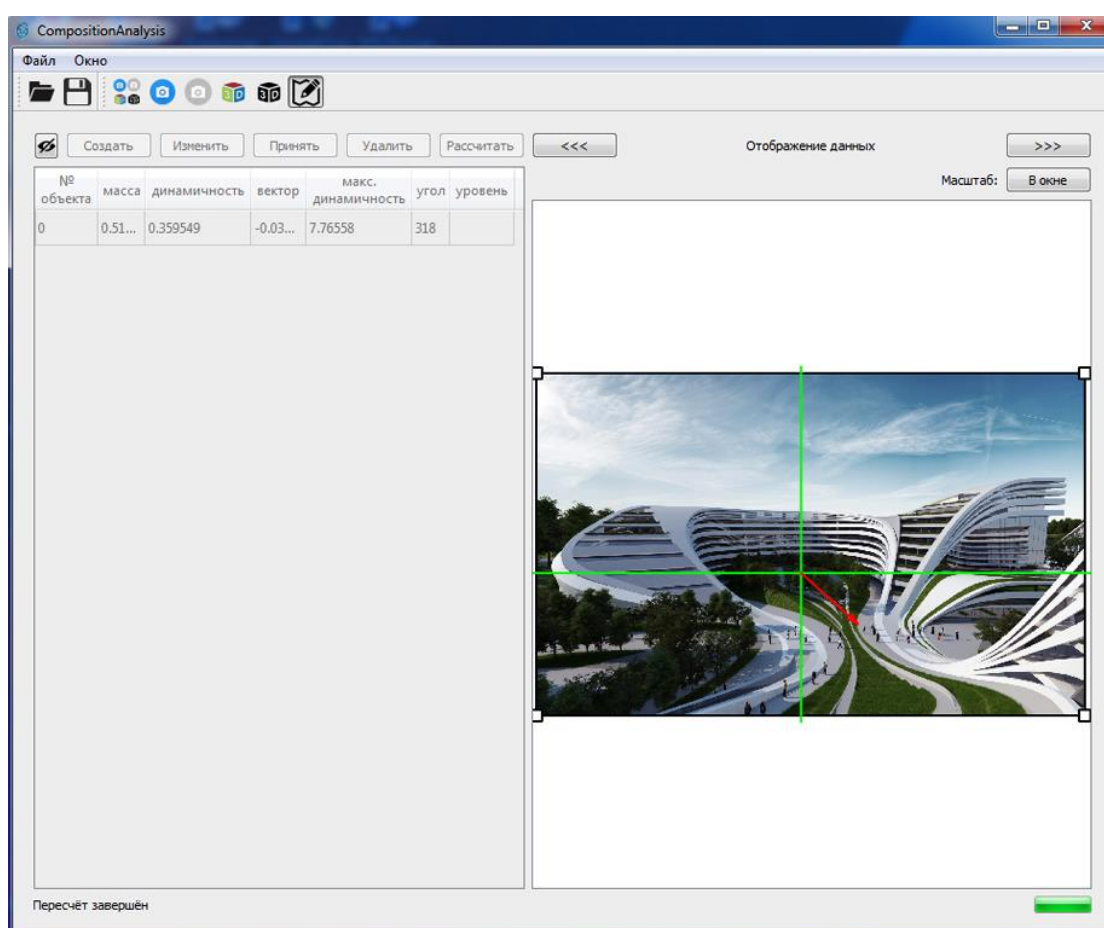


Рис. 2.35. Окно программы «Анализатор-М»

Базовая программа, получившая название «Анализатор-М», позволяет:

- формировать на экране монитора трехмерный «визуальный рельеф» анализируемого изображения, вращать его во всех направлениях с целью детального осмотра со всех сторон (рисунки 2.29, 2.30);

- вычислять и обозначать осями координат местоположение центра масс кластеров или элементов и накладывать оси на их изображение (рисунок 2.35);
- вычислять величину визуальной массы композиций, кластеров или отдельных элементов;
- вычислять значение степени динамичности и величину вектора динамичности визуальной массы изображения;
- рассчитывать направление главной динамической оси композиции, кластера или элемента и изображать его на анализируемой композиции;
- вычислять местоположение оси равновесия масс изображения;
- выделять анализируемые объекты из среды и ранжировать их по уровням восприятия;

Для определения величины угла наклона главной динамической оси композиции, был создан алгоритм №4. Данная функция в программе осуществляется путем поворотов изображения через каждые 6° , расчета степени динамичности и сравнения полученных результатов. Направления, по которым степень динамичности достигает максимального значения, признается главной динамической осью композиции, так же обозначается угол наклона « α » главной динамической оси. На экране монитора из центра массы изображается стрелка в направлении главной динамической оси (рисунки 2.36, 2.37) (см. приложение В илл. 8).

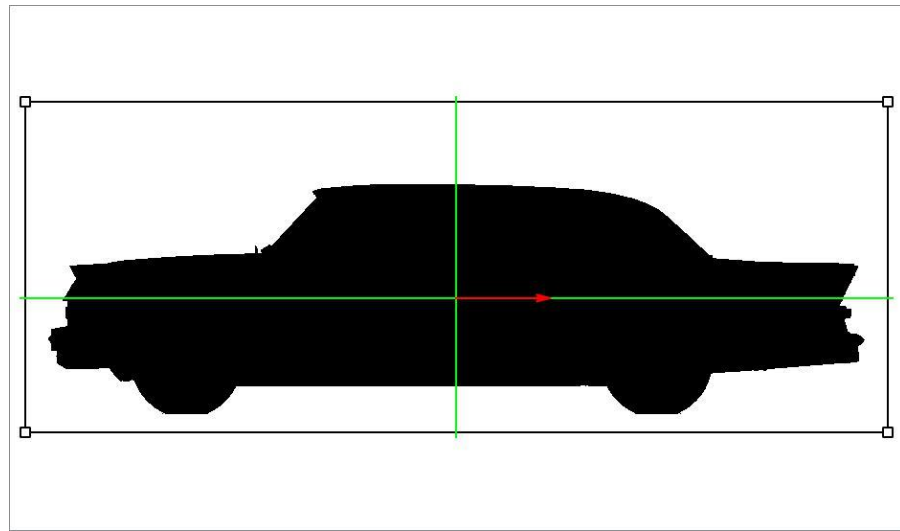


Рис.2.36. Определение направления главной динамической оси силуэта автомобиля «Чайка» при помощи компьютерной программы «Анализатор-М»

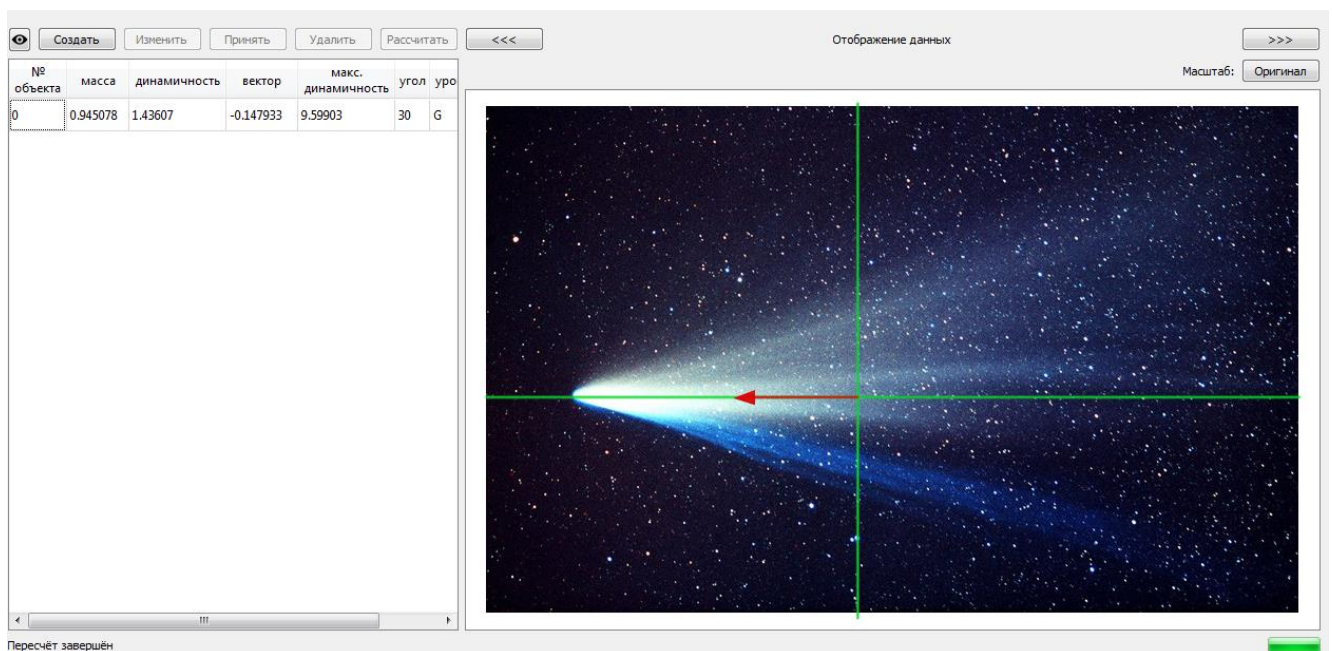


Рис. 2.37. Программа «Анализатор – М» способна в реальном режиме времени выполнять количественную оценку степени динамичности хвоста кометы, постоянно меняющего форму

Так же программа позволяет определять местоположения центров визуальных масс, горизонтальной и вертикальной осей композиционного равновесия масс (рисунок 2.36) (см. приложение В илл. 9,10).

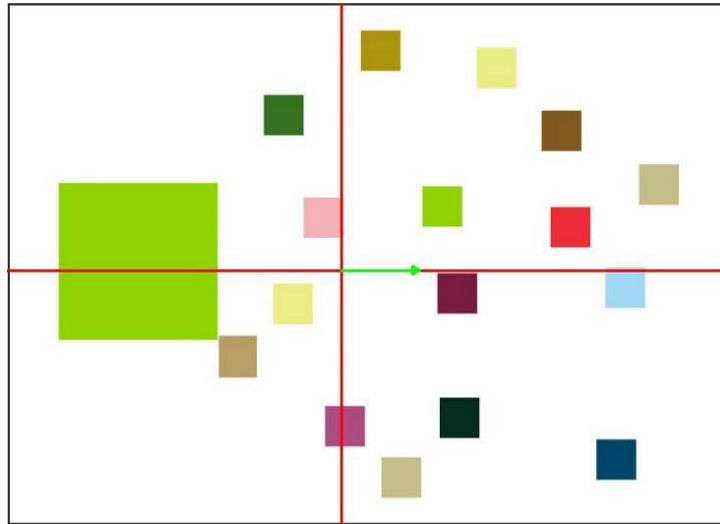


Рис.2.38. Пример расчетов местоположения осей баланса масс на фоне ответов испытуемых

В процессе создания программы «Анализатор – М» пришлось существенно модернизировать ранее применявшееся математическое обеспечение программ «Классификатор» и «Анализатор», заменив названные программы одной, более универсальной, способной проводить анализ как простых, так и сложных (фрактальных) полихромных изображений.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ II

1. Предложенный в данной работе метод анализа визуальной структуры формы объектов дизайна среды существенно проще известных методов и не требует большого вычислительного ресурса.

2. Разработана математическая модель и создан алгоритм количественной оценки значений визуальной массы пикселей как ахроматических, так и полихромных изображений с возможностью показа на экране координат их центров масс;

3. Разработаны алгоритмы и компьютерная программа для расчета количественных значений признаков формы полихромных объектов среды, производных от значений визуальной массы (степень динамичности формы, вектор динамичности, баланс масс, угол наклона главной динамической оси);

4. Разработанная программа «Анализатор – М» позволяет анализировать состав визуально воспринимаемых уровней среды, анализировать структуру кластеров и элементов композиций внешнего вида полихромных объектов среды;

5. Разработанная программа «Анализатор – М» позволяет анализировать трехмерные объекты.

6. Полученные в данной главе результаты открывают возможность создания в ближайшие годы автоматизированной системы проектирования в дизайне и архитектуре. Такая система позволит выполнять рутинные работы по анализу и синтезу композиций, что в конечном итоге существенно облегчит творческий поиск.

7. При работе с цветными изображениями дизайнеры, архитекторы, художники получили возможность пользоваться компьютером в качестве мерительного инструмента для оценки визуальной массы – главного признака формы объектов окружающей нас среды;

ГЛАВА III. АПРОБАЦИЯ ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДА В ОЦЕНКЕ СЛОЖНОСТИ СТРУКТУРЫ ФОРМЫ ОБЪЕКТОВ ДИЗАЙНА ПРЕДМЕТНОЙ СРЕДЫ

3.1. Существующие методы определения сложности структуры формы объектов дизайна среды

Идеи о влиянии наблюдаемой формы на людей, о наиболее благоприятных для восприятия структурах объектов окружающей нас среды выдвигались философами и эстетиками, начиная с античности. Всегда был неоспорим тот факт, что из буквально одинаковых предметов можно было построить как структурно красивую, так и структурно некрасивую форму. Однако до настоящего времени структура внешнего вида предметов все ещё характеризуется языком аналитической геометрии и алгебры изображений, математической логики и других, связанных с математикой, наук. В последние годы, в рамках системного анализа сложных объектов среды, структура формы представляется как множество или чаще как математический граф, а структура задается элементами, их свойствами и связями. Относительно большое количество элементов в окружающей нас среде, а также бесконечное количество значений признаков элементов, включаемых в исследование внешнего вида объектов, предполагают применение соответствующих математических методов анализа связей этих элементов и точный количественный учет их влияния. Иными словами, анализ структур внешнего вида объектов является сегодня необходимым условием исследования их форм.

На надежность опознания объекта влияет *сложность* их формы. Разработанные во второй главе четыре алгоритма количественной оценки параметров визуальной структуры формы, позволяют оценивать ее сложность. Сложные зрительные объекты труднее восстанавливаются из памяти, труднее запоминаются, на них медленнее и менее точно реагирует человек в ситуации выбора.

В истории экспериментальной эстетики неоднократно предлагались различные методики количественной оценки *степени сложности структуры* композиции. В первой половине XX века все они оказались слишком упрощенными и, в ряде случаев, абсолютно нерезультативными. Например, в 30-х годах прошлого века была хорошо известна формула американского математика Дж. Биркгофа [35]:

$$M = O/C,$$

где M – количественная оценка красоты объекта;

O – мера упорядоченности оцениваемого объекта;

C – мера его сложности.

При этом упорядоченность O определяется выражением

$$O = ul + vm + wn + \dots,$$

где l, m, n – отдельные компоненты упорядоченности, такие как вертикальная, горизонтальная или вращательная симметрия, наличие центра равновесия и т. д.;

u, v, w – коэффициенты, характеризующие повторяемость каждого компонента упорядоченности.

Сложность C определяется по формуле

$$C = ra + sb + tc + \dots,$$

где a, b, c – вырабатываемые в мозгу (в подсознании) автоматические поправки, которые требуются для понимания (восприятия) сути каждого отдельного компонента, предопределяющего меру сложности;

r, s, t – коэффициенты, характеризующие повторяемость каждого компонента сложности.

Не менее известна скорректированная формула, предложенная Г.Ю. Айзенком в последующие годы, посчитавшим, что мера эстетичности M должна выражаться не отношением O к C , а их произведением: $M = OC$. Несмотря на известность авторов, данные высказывания требовали конкретизации названных понятий, также они не учитывали многие важные свойства композиций,

например, такие как композиционная целостность, соподчинение элементов, гармоничность структуры.

В ряде зарубежных работ делались попытки оценивать сложность формы, например, *геометрическим путем* – измерением расстояния от заданной точки до точек на данной фигуре, расположенных по окружности; *нейрофизиологическим путем* – замером длительности блокады альфа-ритма при рассматривании фигуры; *статистическим путем* – расчетом вероятности опознания в условиях ограниченного времени наблюдения и т.д. В некоторых других методах оценки сложности учитывали число поворотов линии контура, вариативность углов, наличие симметрии, определялась регулярность и нерегулярность изменения контура.

С развитием вычислительной техники наступил постиндустриальный период истории. В начале 1950-х годов, в рамках идей кибернетики, происходит внедрение математических, логико-математических, статистических, теоретико-информационных и т.п. методов, например, в такие науки, как лингвистика, экономика, юриспруденция, социология, психология, искусство и даже в эстетическое восприятие. Стремительное развитие получила математическая теория связи, называемая иногда «теорией информации» – одна из математических и естественнонаучных дисциплин, лежащих в фундаменте кибернетики, основы которой были заложены в 1940-х годах работами К. Шеннона [153]. Идеи теории информации стали очень привлекательными среди специалистов, изучающих особенности зрительного восприятия в искусстве, после перевода на русский язык книги А. Моля «Теория информации и эстетическое восприятие» [92]. С точки зрения А. Моля, передача информации представляет собой сложность последовательности сигналов, количество элементов – есть мера сложности структур предлагаемых восприятию. При этом оригинальность группировок символов, рассматривается как противоположность банальности предсказуемого сообщения [92].

В СССР флагманом исследований особенностей зрительного восприятия формы объектов была лаборатория физиологии зрения Института физиологии им.

И.П. Павлова АН СССР, работавшая над проблемой опознания зрительных образов с 1960г. В исследованиях данной лаборатории одно из главных направлений посвящалось изучению особенностей зрительного восприятия формы и как ответвлению в данных исследованиях – разработке аналитической оценки меры сложности структур различного рода визуально воспринимаемых объектов. В ходе проводимых исследований субъективная сложность опознания эталонного изображения в тестовых таблицах оценивалась с помощью метода, взятого из теории информации. Показатель сложности определялся как:

$$H = K \log I,$$

где K – константа, определяемая скоростью передачи последовательных символов;

I – невероятность (оригинальность).

В своих ранних исследованиях Р.М. Грановская и В.А. Ганзен оценивали сложность контура по трем характеристикам: числу, показывающему, сколько раз на контуре кривизна меняет знак; числу криволинейных участков контура; сумме абсолютных приращений угла наклона касательной. В итоге, исследователями были выявлены следующие геометрические характеристики, влияющие на субъективную оценку сложности контурных фигур: количество выделяемых элементов; разнообразие углов и сторон; величина углов (кривизна); симметрия как разновидность регулярности (наличие повторяющихся фрагментов) [37].

Использование вероятностного подхода в оценке эстетических показателей не привело к каким-либо значимым результатам. Изучая эту ситуацию, в последующие годы академик А.Н. Колмогоров создал алгоритмическую теорию информации [59]. Сложность по Колмогорову была более универсальной мерой, чем мера беспорядка (энтропия) по Молю. В последующие годы новые идеи так и не нашли своего места в экспериментальной эстетике, для их реализации в то время ещё не была создана эмпирическая база, ещё не появился новый язык описания структуры изображений, отличающийся от аналитической геометрии [139].

Информационная оценка красоты вызвала особенно бурную дискуссию после периода становления кибернетики и попыток использовать теорию информации для оценки степени сложности визуально воспринимаемых композиционных структур. Важно отметить, что упомянутая «теория информации» возникла не как средство изучения процессов обмена информацией непосредственно между людьми, а как сугубо техническая наука, отвлеченная от роли человека, созданная на основе решения задач пропускной способности и помехоустойчивости каналов техники связи. Однако нашлись авторы, которые уверовали во всемогущество понятия «энтропия». Наиболее значимые из них: А. Моль, Ю.С. Сомов, Р. Гунценхайзер, М. Бензе, Г.И. Покровский, В.Н. Тростников и др. [116], взявшие, при оценке меры сложности структуры композиций, в основу своих расчетов количество статистической информации, якобы содержащейся в визуально воспринимаемых человеком «элементах красоты». Предпринятые ими попытки опираться на вероятностный подход к оценке эстетичности завершились без каких-либо положительных результатов. Тем не менее, исследователи структурной сложности обратили внимание на то, что у зрителя, как правило, возникает положительная эмоциональная реакция, если объект восприятия представляет собой упорядоченную структуру среди ряда непредсказуемых, случайных элементов. Комментируя неэффективность «информационного подхода» к оценке сложности структуры в искусствоведческом анализе объектов предметно-пространственной среды, сторонник вероятностного подхода к исследованию «красоты» форм Г.Ю. Сомов в итоге сделал следующее заключение: «Дело, видимо, в том, что при восприятии различных объектов окружающей среды, как естественной, так и искусственной, у человека складывается определенное отношение к мере организации этих объектов, то есть к количеству содержащейся в них структурной информации» [113].

Следует отметить, что из математической теории связи для решения задач зрительного опознавания формы объектов в 1960-х годах был взят термин «шум». Затем в среде инженерных психологов (Б.Ф. Ломов, В.Ф. Венда, И.И. Литвак и

др.) стал часто употребляться термин «визуальный шум», вслед за которым в Нижнем Новгороде, вскоре, появился термин «визуальная масса», утвердившийся в качестве главного признака формы в теории формальной композиции. Сегодня нарастающее усложнение урбанизированной предметной среды постоянно усиливает актуальность разработки точных методов оценки степени сложности её структуры. Нужны аналитические методы такой оценки, поскольку информация часто передается в закодированной форме, особенно в производственной среде, где требуется осмысленное совершенство выбранной символики, оказывающей непосредственное влияние на скорость и точность переработки воспринимаемой человеком информации.

3.2. Разработка матрицы определения сложности структуры формы объектов дизайна среды

Одной из важнейших проблем, привлекающей в настоящее время пристальное внимание ученых, является проблема «автоматического» анализа формы объектов. В последние годы отечественными и зарубежными исследователями предпринимаются попытки создания информационных моделей, изоморфных на врожденные механизмы системы зрительного восприятия, позволяющих анализировать изображения, в реальном масштабе времени в условиях априорной неопределенности объектов и сцен, наблюдаемых в поле зрения. Построение языка для автоматического анализа изображений предполагает разработку алгоритмов нахождения признаков, характеризующих геометрические особенности на наблюдаемом изображении [122]. В самом общем виде процедура выделения признаков разбивается на три последовательных этапа: первый – фильтрация (изображение подвергается ряду преобразований, направленных на получение нового, более четкого изображения); второй этап – кодирование точек изображения в соответствии с геометрическими свойствами ее окрестности; третий – выделение «информативных» точек, лежащих на линиях, на пересечениях линий, на вершинах углов, после чего линии, соединяющие

«информативные» точки, заменяются прямолинейными отрезками. В результате получается граф, вершинами которого являются особые точки (композиционные центры в теории композиции), а ребрами – отрезки, связывающие их. Полученный таким образом граф представляет собой идеализацию исходного изображения, свойства которого теперь могут быть формализованы.

В качестве эффективных формализованных признаков, пригодных для описания меры сложности такой структуры, в данном исследовании были предложены характеристики формы, раскрытые во второй главе, выделяемые зрительной системой на начальном (скоростном) этапе зрительного восприятия и способные охарактеризовать как замкнутые линии (фигуры), так и линейные композиции. Новые психофизиологические понятия, характеризующие форму, оказались намного более информативными, существенно сокращающими время решения задачи, открывающими путь к более глубокому анализу сложности структуры форм объектов среды.

В данной работе были выполнены предварительные исследования субъективной оценки сложности структуры контурных фигур, необходимые для разработки алгоритма оценки меры сложности. Исследования проводились на однородном контингенте из пяти групп общим количеством 100 человек (каждая группа состояла из 20 студентов факультета архитектуры и дизайна ННГАСУ Нижний Новгород). Все испытуемые – в основном здоровые люди, прошли медицинские осмотры. В момент исследования, и в предыдущий период жалоб на здоровье не предъявляли, их психоэмоциональное состояние было адекватное, в пределах обычных реакций. В исследованиях использовался метод парных сравнений степени сложности тестовых фигур (рисунок 3.1), а также ранжирование фигур по степени нарастания их структурной сложности. После окончания экспериментов с каждым набором, его фигуры упорядочивались по «обобщенной» субъективной сложности. Полученные ряды сопоставлялись с упорядочением этих же фигур на основе теоретической оценки, адекватность этих рядов определялась с помощью коэффициента корреляции рангов Спирмена. При этом коэффициент корреляции рангов во всех группах испытуемых лежал в

диапазоне 0,73 – 0,85, т.е. значительно превышал критические значения для ряда из 20 переменных – 0,49. В предварительных экспериментальных исследованиях преимущественно использовался метод однофакторного эксперимента, при котором изменяется один исследуемый фактор и стабилизируются прочие.

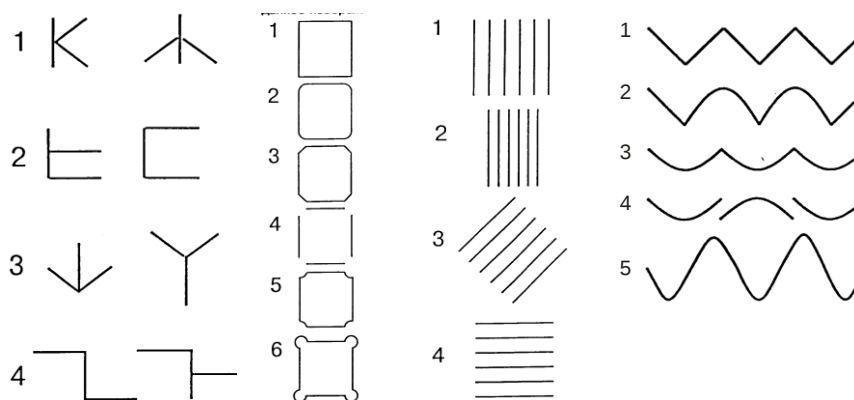


Рис. 3.1. Примеры тестовых заданий предварительного этапа исследования

Проведенные в данной работе исследования показали, что на оценку сложности структуры формы объектов влияет достаточно большое количество различных факторов. Из них основные факторы следующие:

- количество композиционных центров в контуре объекта Σ_v ;
- количество выделяемых кластеров в структуре контура анализируемого объекта $\Sigma_{кл}$;
- сумма величин степеней динамичности углов композиционных центров Σ_δ ;
- сумма порядков композиционных центров Σ_m ;
- разнообразие порядков (структур) композиционных центров Σ_p ;
- количество осей Σ_o ;
- разнообразие осей Σ_{po} (при равенстве длин осей главной воспринимается та ось, на которой расположено больше центров высокого порядка);
- многообразие элементов Σ_{pj} ;
- количество композиционных центров над центром массы $\Sigma_{v\text{ сверху}}$;

- количество композиционных центров слева от центра массы $\Sigma_v \text{ слева}$;
- количество неравных значений координат композиционных центров Σ_{xy} ;
- количество равных значений координат композиционных центров Σ_{pxy} .

Из перечисленных факторов именно количество «композиционных центров» (вершин выпуклостей и вогнутостей линии контура [35] или точек пересечения осей) является одним из главных факторов, обуславливающих степень сложности его структуры. Для наблюдателя весьма важно *количество* таких точек, их *местоположение* относительно друг друга и их *координаты* в пространстве. Среди точек изгиба линий контура наибольший интерес представляют вершины выпуклостей (они главные, с них начинается распознавание, в математике они наделяются индексом «+») и вогнутостей (они второстепенны и наделяются индексом «-»). Чем выше вершина и чем больше масса выпуклости, тем она в большей степени привлекает внимание, тем больше энергетический потенциал на её биссекторной оси.

Любая видимая зрительной системой человека форма обладает ещё и «скрытой» полевой структурой. Понимание и оценка полевой структуры форм приобрели в последние годы особую актуальность. Так называемый «эффект формы» стал интересовать достаточно широкую аудиторию ученых, работающих, например, в области гальванических покрытий, в исследованиях прочности машин и механизмов, в проектировании электрических машин, в конструировании антенн, в архитектуре. В данной работе был использован язык описания полевой структуры форм, разработанный кафедрой дизайна среды РГУ им. А.Н. Косыгина совместно с кафедрой промышленного дизайна ННГАСУ. С целью описания структуры использовались такие понятия как: «элемент», «кластер», «динамическая ось», «композиционный центр», «порядок вещественного композиционного центра», «мнимый элемент», «мнимый центр», «порядок мнимого композиционного центра» [74]. Элемент композиции рассматривается как простейшая неделимая часть композиции, ограниченная одним или несколькими замкнутыми контурами, как предел членения композиции с точки зрения решения конкретной задачи. Элемент может

рассматриваться как самостоятельный объект, состоящий из элементов более низкого уровня организации композиции. Разделение композиции может продолжаться до уровня микроэлементов, в качестве которых, при зрительном восприятии объектов, выступают ощутимые градации яркости. Кластер – визуально воспринимаемая группа элементов (с английского языка более короткий термин «cluster» переводится как гроздь, скопление). Динамическая ось – линия в пространстве, по которой уровень энергетического потенциала окружающего нас физического поля достигает экстремума. Как уже было сказано во второй главе, в архитектурно-дизайнерском проектировании в качестве динамических осей выступают биссектрисы углов, оси симметрии, ребра фигур и тел. Динамические оси в природе – кратчайшие расстояния между электрическими зарядами, полюсами магнита, между центрами масс различных тел. Композиционный центр – точка пересечения динамических осей (узел в структуре), представляющая собой энергетический фокус (лат. focus очаг), место концентрации энергии окружающего нас поля. Композиционные центры играют главную роль в процедурах визуального различения и опознания наблюдаемых объектов. Существует два типа композиционных центров – вещественные и мнимые. Порядок композиционного центра – число, значение которого равно сумме коэффициентов весомости осей, инцидентных данному центру. Мнимый элемент – часть фона какого-либо изображения, ограниченная композиционными центрами и динамическими осями видимого объекта. В большинстве случаев мнимые элементы не имеют замкнутых контуров, их границы условны, нечетки и формализуются в сознании наблюдателя по его желанию. Мнимый композиционный центр – точка пересечения полевых, невидимых осей, обозначаемых пунктирными линиями.

Исходя из особенностей зрительного восприятия структур композиций, а также с целью упрощения процедуры структурирования, композиционным центрам и динамическим осям априори [130] была дана различная весомость. Например, вещественная точка, не имеющая инцидентных ей осей, обладает весомостью равной 0,25 условных единиц. Каждая примыкающая к

вещественному центру мнимая ось повышает его весомость на 0,25, в тоже время примыкающая вещественная ось на 1,0. Мнимая ось, примыкающая к мнимому центру, повышает его весомость на 0,1. На рисунке 3.2 приведены примеры значений порядка композиционных центров. На рисунке 3.3 приведены примеры значений порядка осей.

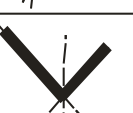
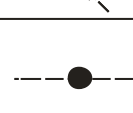
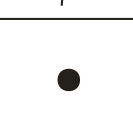
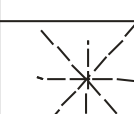
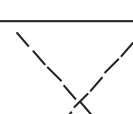
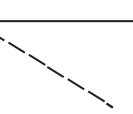
 5,75	 10,0	 9,25
 8,5	 8,5	 8,0
 6,75	 7,5	 7,0
 7,0	 6,75	 6,75
 7,5	 7,75	 7,0
 7,0	 6,0	 6,0
 6,0	 4,75	 4,75
 5,0	 4,25	 3,0
 1,25	 0,75	 0,25
 0,8	 0,4	 0,1

Рис. 3.2. Примеры значений порядка композиционных центров
(пунктиром показаны мнимые оси)

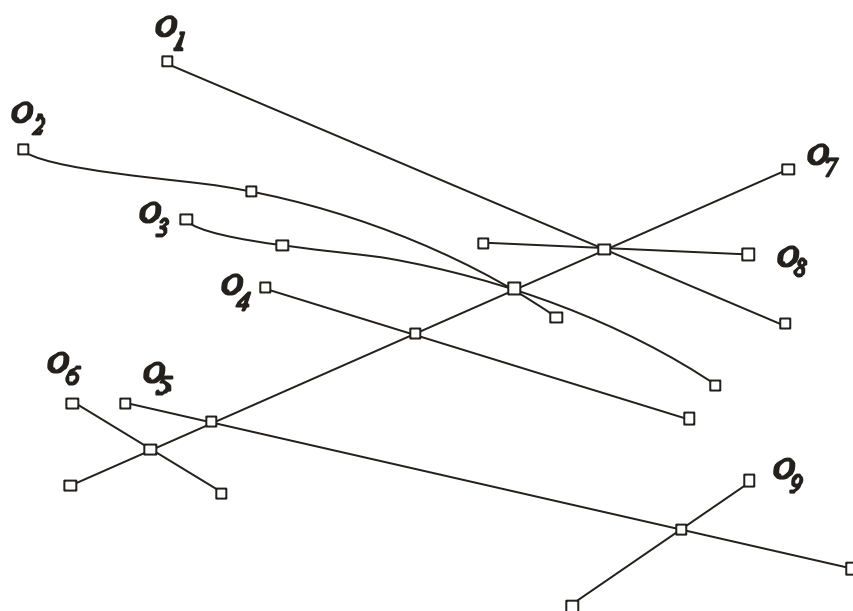


Рис. 3.3. Примеры главенства осей (ось №7 – главная)

В процедуре количественной оценки визуальной значимости вершин выпуклостей и вогнутостей линии контура целесообразно использовать метод расчета величин степени динамичности мнимых фигур, формируемых в сознании наблюдателя точками «минимума» и «максимума» анализируемой кривой. Образ мнимого элемента формируется в сознании наблюдателя как следствие разомкнутости его контура. Отсутствующую часть контура мнимого элемента человек домысливает. Типичные примеры формирования мнимых элементов показаны на рисунках 3.4 – 3.7 (мнимые элементы выделены черным цветом). Визуальная привлекательность вершин контура может иметь количественную оценку. С целью её оценки используется компьютерная программа «Анализатор-М», предназначенная для расчета степени динамичности визуальной массы. Компьютерный расчет степени динамичности выполняется по биссектрисе угла вершины контура, так как вдоль биссекторного направления значение степени динамичности массы имеет максимальное значение. При этом мнимый элемент, инцидентный какой-либо вершине V_i , всегда формируется ближайшей вершиной V_{i+1} , из которой проводится прямая, перпендикулярная биссектрисе до пересечения с линией контура. В итоге, в работе была предложена зависимость

сложности структуры контура от значений степени динамичности его композиционных центров (как одно из слагаемых общей оценки структурной сложности) вычисляемая по формуле (рис. 3.5):

$$C_{\delta} = \kappa_{\delta} \Sigma_{\delta} \quad (3.1)$$



Рис. 3.4. Примеры мнимых элементов (выделены черным цветом)

Чем острее углы, тем более сложной воспринимается структура. Наряду с этим, важны местоположения центров и расстояния между композиционными центрами.

В упрощенном виде процедура подсчета количества команд, необходимых для компьютерного представления оцениваемой композиции такова [76]. На рисунке 3.8 показаны два элемента j_1 и j_2 , представляющие собой отрезки прямых линий. С точки зрения машинных технологий, для изображения первого элемента понадобится три отличающихся друг от друга параметра (x_1 , x_2 , y_2). Команду “соединить прямой линией” точки с указанными координатами мы в данном случае не будем принимать во внимание.

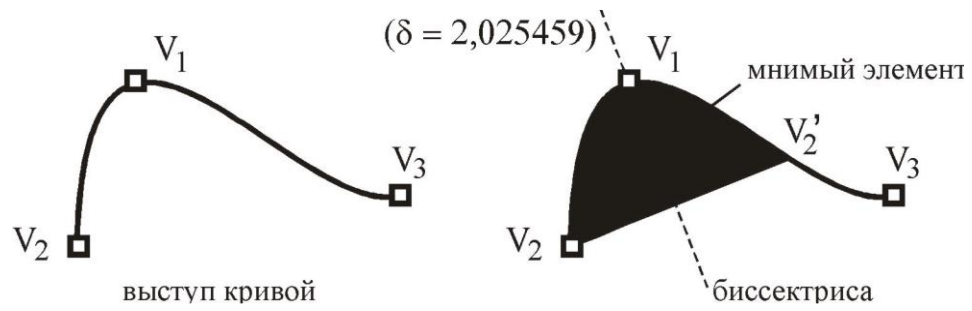


Рис. 3.5. Формирование мнимого элемента криволинейного выступа контура и его компьютерная оценка

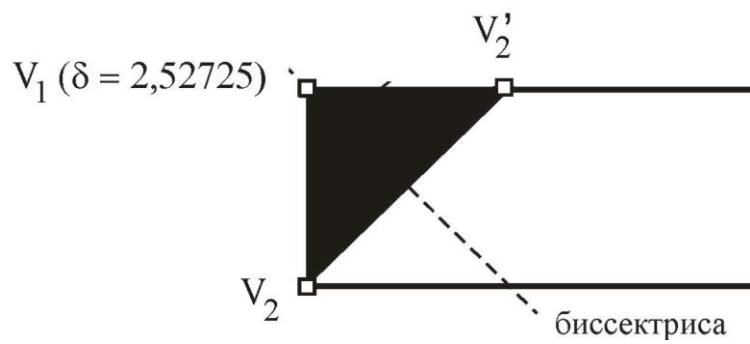


Рис. 3.6. Формирование мнимого элемента прямого угла контура и его оценка

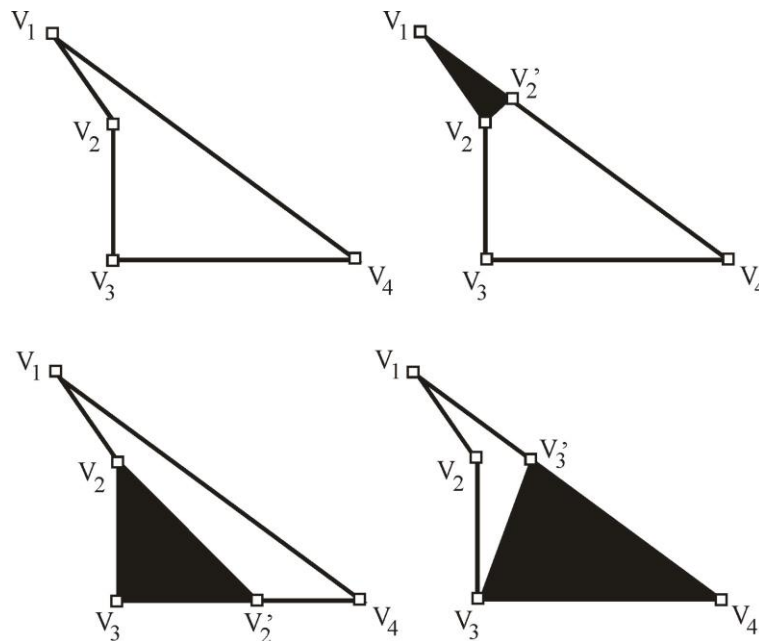


Рис. 3.7. Примеры формирования мнимых элементов на контуре из прямых линий

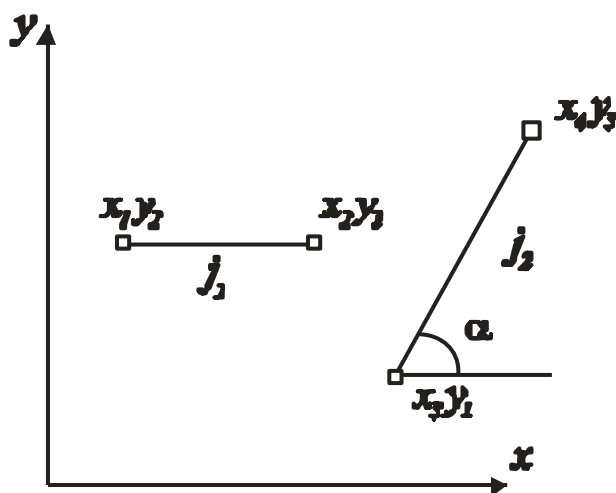


Рис. 3.8. Сложность структур отрезков прямых

Второй элемент задается уже четырьмя параметрами x_3 , y_1 , x_4 , y_3 , поэтому он структурно сложнее первого. В сознании наблюдателя в дополнение к сказанному происходит оценка наклона главной динамической оси второго элемента относительно привычной горизонтальной оси координат. В данной работе угол наклона элемента не учитывается, так как в формируемом алгоритме принято удаление одинаковых команд (у отрезка j_1 лишняя команда y_2 будет удалена). Зависимость сложности структуры от количества координат местоположения композиционных центров поясняется на рисунке 3.9. Все испытуемые считают структуру квадрата менее сложной, а структуру треугольника более сложной. В итоге, была предложена зависимость сложности структуры контура от местоположения его композиционных центров рассматривать как одно из слагаемых общей оценки структурной сложности, вычисляемой по формуле в виде отношения:

$$C_{x,y} = \Sigma_{xy} / \Sigma_v \quad (3.2)$$

где Σ_{xy} – сумма неравных значений координат x и y ;

Σ_v – сумма композиционных центров.

Значение этой компоненты сложности у треугольника равно 1,6, у квадрата 1,0, у окружности 1,5.

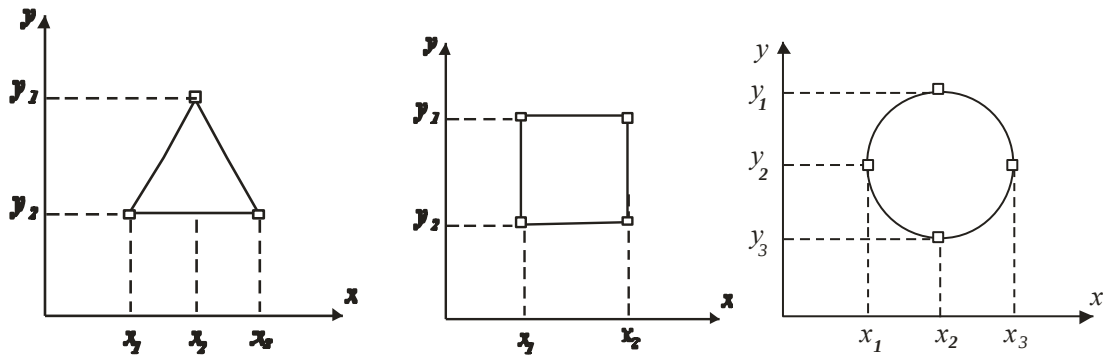


Рис. 3.9. К вопросу суммирования неравных значений координат композиционных центров

На оценку сложности структур оказывают влияние врожденные и приобретенные в течение жизни стратегии зрительного восприятия. Одну из приобретенных стратегий устойчивого переключение внимания наблюдателя в направлениях «слева – направо» и «сверху – вниз», мы можем наблюдать при оценке сложности композиций, примеры которых показаны на рисунках 3.10, 3.11. Наличие центров в верхних квадрантах или в левом нижнем усиливает ощущение сложности.

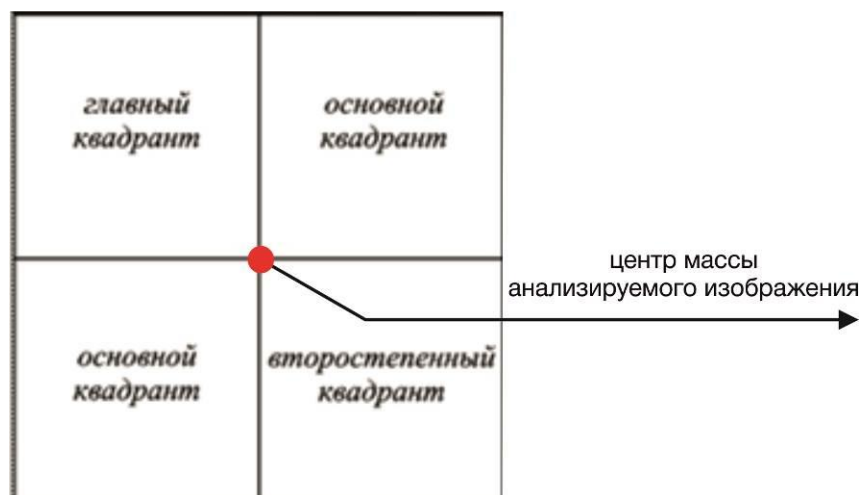


Рис. 3.10. Квадранты поля зрения

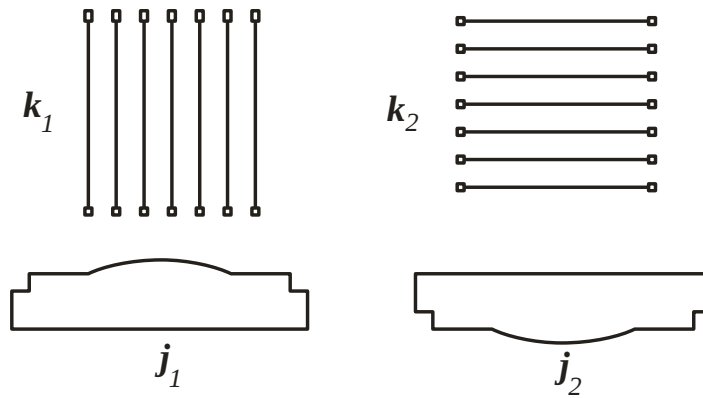


Рис. 3.11. Влияние ориентации на оценку сложности структур (левые фигуры воспринимаются как более сложные)

Зависимость сложности структуры контура от местоположения его композиционных центров в квадрантах изображения предложено рассматривать по формуле:

$$C_{\text{квадр}} = \Sigma_{\text{лев } x,y} + \Sigma_{\text{верх } x,y} \quad (3.3)$$

где $\Sigma_{\text{лев } x,y}$ – сумма значений координат x и y центров, лежащих слева от центра массы элемента;

$\Sigma_{\text{верх } x,y}$ – сумма значений координат x и y центров, лежащих сверху от центра массы элемента (рисунок 3.12).

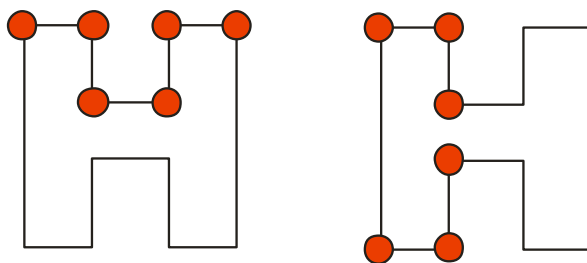


Рис. 3.12. Выделяемые композиционные центры буквы «Н», оказывающие влияние на меру сложности структуры, лежащие сверху и слева от центра массы фигуры

Выяснилось, что сложность структуры зависит и от степени разнообразия структур центров композиции и, в первую очередь, от сложности структуры ключа композиции. *Ключ композиции* (рисунок 3.13) – элемент композиции, лежащий в левой верхней части левого верхнего квадранта изображения (рисунок 12). С ключа начинает формироваться кортеж зрительного восприятия формы, если различие значений визуальных масс элементов изображения незначительно. Сказанное не относится к ситуации, когда ключ и композиция в целом относятся к разным уровням визуального восприятия.

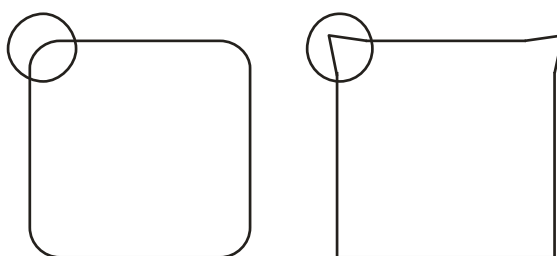


Рис. 3.13. Верхний левый угол – ключ композиции
(структура правой фигуры сложнее)

В созданном алгоритме оценки сложности предложенная формула (3.3) учитывает значимость ключа, так как центры, лежащие в левом верхнем квадранте, дважды суммируются в числителях первого и второго слагаемого.

Существенное влияние на степень сложности объекта оказывает количество присутствующих динамических осей (рисунок 3.14). Предварительные эксперименты позволили установить редуцирующее влияние на степень сложности зеркальной симметрии относительно вертикальной оси. Большое влияние на восприятие сложности структуры оказывает разнообразие цветовых характеристик элементов объекта. В данной работе цветовое разнообразие косвенно учитывается в процедуре суммирования значений степеней динамичности композиционных центров.

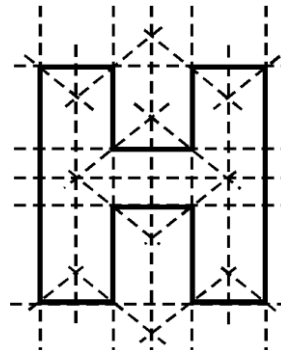


Рис. 3.14. Полевые и вещественные динамические оси, оказывающие влияние на меру сложности структуры буквы «Н»

В итоге, обобщенная зависимость ощущения степени сложности, вызываемая множеством характеристик структуры наблюдаемого изображения, может быть представлена как степенная функция от суммы 12 оптимумов функций ряда наиболее значимых первичных факторов, показанных на рисунке 3.15.

$$C = f(k_1 C_{кл} + k_2 C_v + k_3 C_\delta + k_4 C_n + k_5 C_{pn} + k_6 C_o + k_7 C_{po} + k_8 C_{pэ} + k_9 C_{v\delta} + k_{10} C_{vl} + k_{11} C_{pxy} + k_{12} C_c),$$

где коэффициенты $k_1, k_2 \dots k_{12}$ — вырабатываемые в подсознании автоматические поправки, которые требуются для понимания (восприятия) сути каждого отдельного фактора [14].

Локальное значение сложности $C_{кл}$ — сложность, производная от количества кластеров уровня $J - 1$ в структуре анализируемого элемента уровня J . Например, структура треугольника, показанного на рисунке 3.9, состоит из трех кластеров (три отрезка сориентированные в различных направлениях); структура квадрата распадается на два кластера (два горизонтальных и два вертикальных отрезка). Треугольник воспринимается испытуемыми как более сложная структура, его $C_{кл} = 3$, сложность квадрата равна двум.

Локальное значение сложности C_v есть сумма вещественных композиционных центров. У треугольника $C_v = 3$, у квадрата $C_v = 4$. Локальное

значение сложности C_δ представляет собой сумму степеней динамичности углов контура по их биссекторным направлениям. Например, значение C_δ угла 45° созданная в данной работе компьютерная программа «Анализатор – М» определяет равным 5,4, для угла 90° $C_\delta = 2,9$.

Локальное значение сложности C_n есть сумма порядков композиционных центров. Например, углы замкнутого контура, представляющие собой «L» – образные композиционные центры, порядок которых равен трем, имеют значение $C_n = 3$. Значения C_n более сложных композиционных центров показаны на рисунке 3.2.

Локальное значение сложности C_{pn} понимается как число, характеризующее степень разнообразия значений порядков композиционных центров. Аналогичные критерии C_{po} – сложность, производная от разнообразия структур осей, $C_{pэ}$ – сложность, производная от разнообразия структур элементов.

Локальное значение сложности C_o есть сумма вещественных и мнимых осей, значение $C_{vб}$ есть сумма композиционных центров, лежащих на оси x и выше, проходящей через центр массы анализируемой фигуры, C_{vl} есть сумма композиционных центров, лежащих на оси x и выше, проходящей через центр массы анализируемой фигуры.

Локальное значение сложности C_{pxy} есть сумма неравных значений координат x и y .

Локальное значение сложности C_c представляет собой число, характеризующее степень проявления какого-либо вида симметрии в анализируемой структуре: зеркальной, поворотной, локальной. Пример расчета значений сложности каждого фактора показан на схеме (рисунок 3.15).



Факторы	Элемент	Итог оценки
1. Количество кластеров из элементов уровня элемента		2
2. Количество композиционных центров		12
3. Степень динамичности композиционных центров по биссектрисам углов		2,9
4. Количество осей (вещественных и мнимых)		40
5. Сумма порядков композиционных центров		36
6. Разнообразие порядков композиционных центров		12
7. Регулярность элементов контура		12
8. Разнообразие элементов контура		3,0
9. Количество центров в верхних квадрантах		6
10. Количество центров в левых квадрантах		6

Рис. 3.15. Пример этапов расчета значений сложности каждого фактора буквы «Н» (в данном примере коэффициенты K равны единице)

Для проверки адекватности разработанного алгоритма оценки сложности фигур субъективной оценки их сложности в данной работе были проведены экспериментальные исследования ранжирования контурных фигур по степени нарастания сложности их структур, с последующей оценкой степени корреляции субъективной и теоретической оценок. С этой целью использовался экспериментальный материал, примененный Р.М. Грановской, И.Я. Березной и

А.Н. Григорьевой [40] в начале 1980-х годов в исследованиях по опознанию и классификации человеком несмысловых фигур, букв и цифр. В проведенных в те годы исследованиях 257 здоровых взрослых испытуемых раскладывали контурные фигуры в ряд по сложности от самой простой до самой сложной. Использованный в данной работе экспериментальный материал был организован следующим образом: испытуемому предъявлялись два набора фигур, одновременно (по 20 штук в наборе). В первом и во втором наборах все фигуры были 10-угольниками, смежные стороны которых образовывали углы 45° , 90° и 135° (рисунок 3.16).

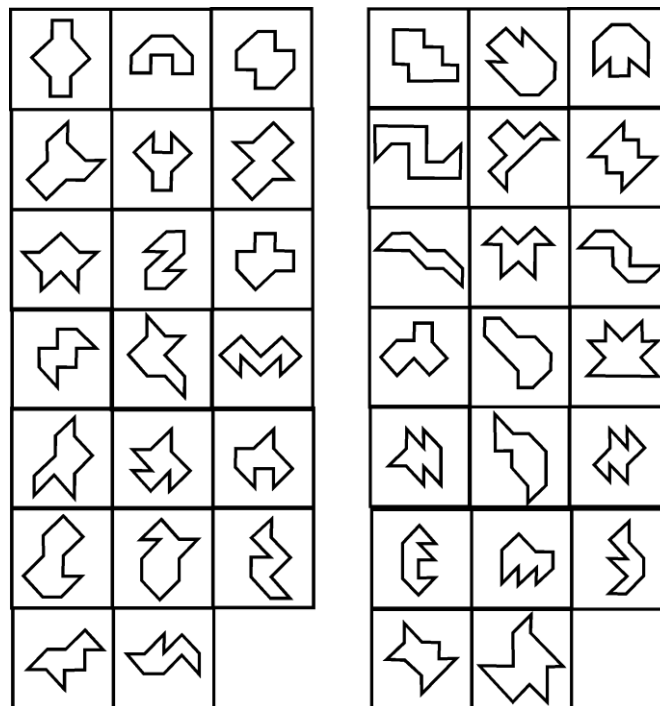


Рис. 3.16. Два набора тестовых фигур, использованных в данной работе

Субъективная сложность каждой отдельной фигуры для совокупности испытуемых в группах по 20 человек вычислялась как обобщенный номер места в ряду – математическое ожидание данного места для одного набора. Таким образом, по окончании экспериментов с данным набором его фигуры упорядочивались по «обобщенной» субъективной сложности. Полученный ряд сопоставлялся с упорядочением этих же фигур по теоретической оценке,

адекватность этих рядов определялась с помощью коэффициента корреляции рангов Спирмена. Итоги исследования, выполненные в работе [40], показаны на рисунках 3.17, 3.18. С целью более объективного анализа результатов исследования сложности структур фигур, представленных на рисунках 3.17, 3.18, в данной работе было проведено их повторное контрольное ранжирование в группе численностью 40 человек. Прежде, чем обсуждать полученные нами результаты, необходимо отметить, что фигуры на рисунках 3.17 и 3.18 ранжированы по степени нарастания сложности и расположены не в случайном порядке. Поэтому и в первом и во втором наборах по мере приближения к концам рядов у анализируемых фигур можно наблюдать нарастание количества острых углов, объективно говорящих об увеличении структурной сложности. Однако при этом к проделанной работе имеются серьезные замечания. Например, большое сомнение вызывает тот факт, что испытуемые не в состоянии были увидеть различие по сложности у фигур с рангом 9 во втором наборе. Левая 10-угольная фигура, рангом 9 и двенадцатая в ряду, не имеет ни одного острого угла и обладает всего лишь двумя прямыми углами, в то время как правая, единственная в эксперименте 11-угольная фигура, имеющая шесть острых и пять прямых углов, признана большинством (более 129 из 257 человек) испытуемых как равная по сложности левой (рисунок 3.19). Сами исследователи, сделавшие ставку на идеи «теории информации», разработавшие «алгоритмическую оценку сложности», в своем ранжировании упомянутую левую фигуру поставили на седьмое место с рангом 4.

Оценка испытуемых по Р.М.Грановской	         									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Алгебраическая оценка сложности по Р.М.Грановской	         									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Рис. 3.17. Набор №1 тестовых фигур в опытах Р.М. Грановской (вверху обобщенное ранжирование фигур испытуемыми по нарастанию их сложности структур)

Оценка испытуемых по Р.М.Грановской																											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27											
Алгебраическая оценка сложности по Р.М.Грановской																											

Рис. 3.18. Набор №2 тестовых фигур в опытах Р.М.Грановской (вверху обобщенное ранжирование фигур испытуемыми по нарастанию сложности структур)

В тоже время, у них на четвертое место вышла фигура с рангом 2, имеющая четыре острых и шесть прямых углов, набравшая равное количество баллов с фигурой, контур которой содержит два острых угла и восемь тупых. Столь противоречивые итоги ранжирования можно объяснить, как минимум, двумя причинами: во-первых, нам неизвестен образовательный статус 257 испытуемых; во-вторых, отсутствие как у экспериментаторов, так и у испытуемых каких-либо знаний о полевой структуре формы.

Полевая структура формы объектов сегодня стала формализованной, реально воспринимаемой. Для подтверждения полевой структуры используется особый визуальный метод, получивший название «эффект Кирлиана», который был обнаружен в 1939 году С.Д. Кирлианом. Суть его очень проста, если объект подключить к источнику напряжения, положить на фотопластину, то на ней проявится энергетическое изображение объекта [61]. При эффекте наблюдается три процесса. При первом происходит ионизация объекта, и образуются ионы азота. При втором между объектом и электродом образуется барьерный разряд. При третьем происходят электронные переходы с низких энергетических уровней на более высокие, и наоборот. Эффект наблюдается как на биологических объектах, так и на неорганических образцах.

Подобные опыты проводились и раньше. В конце XIX столетия эффект электрографии был открыт белорусским ученым Я.О. Надкевич-Иодко, экспериментируя с токами высокой частоты, обнаружил свечение рук человека в поле генератора и научился фиксировать это свечение на фотопластине. Однако его изобретение не получило широкой известности. Возможность газоразрядной визуализации живых организмов вскоре была продемонстрирована Н. Тесла. Он сконструировал собственный прибор, известный сейчас под названием «трансформатор Тесла».

Метод лавинной газоразрядной визуализации Кирлиана получил наибольшую известность и распространение. Фотоизображение облучаемого объекта, складывается из отдельных точек, каждая из которых является «пятном

засветки» фотопластины. На неравномерность засветки изображения влияет характер распределения точек на поле фотографии (рисунки 3.21, 3.22) [61].

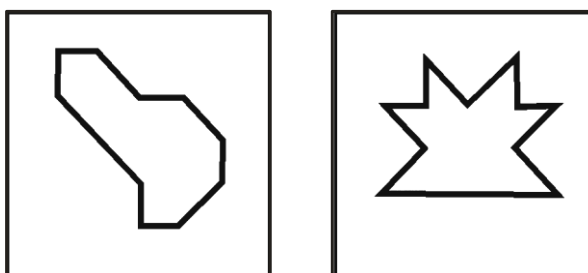


Рис. 3.19. Набор №2, тестовые фигуры одного ранга в опытах Р.М. Грановской трактуются испытуемыми как имеющие равную структурную сложность.

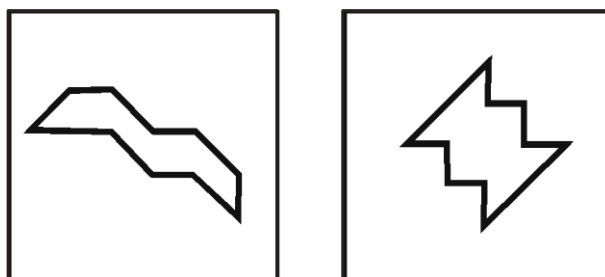


Рис. 3.20. Набор №2, тестовые фигуры одного ранга в опытах Р.М. Грановской трактуются экспериментаторами как обладающие равной структурной сложностью.

В работе «Живые поля архитектуры» (М.Ю. Лимонад, А.И. Цыганов) приводятся результаты эксперимента, проведенного авторами с целью выяснения существования полевой структуры формы геометрических фигур и распределения по их контуру потоков излучения [67]. На полученных фотографиях были обнаружены неоднородные лучевые образования по динамическим осям фигур. Исходя из результатов проделанных экспериментов были сделаны следующие выводы: а) стримеры (лучи древовидной формы) потоков энергии распределенные по периметру формы показывают, что поток энергии выходящий из активных композиционных центров направлен наружу

формы, а поток энергии исходящей из пассивных центров всегда направлен вовнутрь формы; б) существуют области, где отсутствуют потоки энергии формы; в) описанные выше физические процессы имеют волновую природу с различными волновыми характеристиками. Кроме экспериментальных работ авторы составили атлас энергопотоков вокруг фигур и трехмерных тел. Отчетливо видно, что энергетические характеристики формы связаны с величиной степеней динамичности углов ее поверхности. Чем острее угол (при прочих равных характеристиках), тем выше концентрация заряженных частиц на его поверхности.

В данной работе для более глубокого понимания степени сложности форм тестовые фигуры, использованные в данном исследовании, были заменены схемами, показанными на рисунке 3.23. Диаметры черных кругов, центры которых наложены на композиционные центры, равны значениям локальных значений сложности C_{δ} . Исходя из компьютерных расчетов степеней динамичности углов тестовых фигур (см. приложение С илл. 11), углы величиной 135° были покрыты окружностями диаметром, равным одному модулю, углы 90° обозначены окружностями диаметром 2,9 модуля, острые углы 45° покрыты окружностями с диаметром, равным 5,4 модуля. Схемы (рисунок 3.23) позволили увидеть распределение энергетических потоков на контурах фигур, и, следовательно, дают возможность визуально «ощутить» полевую структуру каждой тестовой фигуры.

В работе была выдвинута гипотеза о наличии корреляции степени сложности фигур со значениями сумм степеней динамичности углов фигур, отнесенной к значению площади фигур. Это позволяет косвенно оценить усредненную величину ощущения сложности через сумму заостренности углов фигур. Перед тем как перейти к окончательному расчету степени сложности фигур и отработке алгоритма расчета, группа участников (численностью 20 человек) выполнила субъективное ранжирование фигур, исходя из значений степеней динамичности углов и местоположения их на контуре фигур (рисунок 3.24). Примеры полученных результатов показаны на рисунке 3.25.

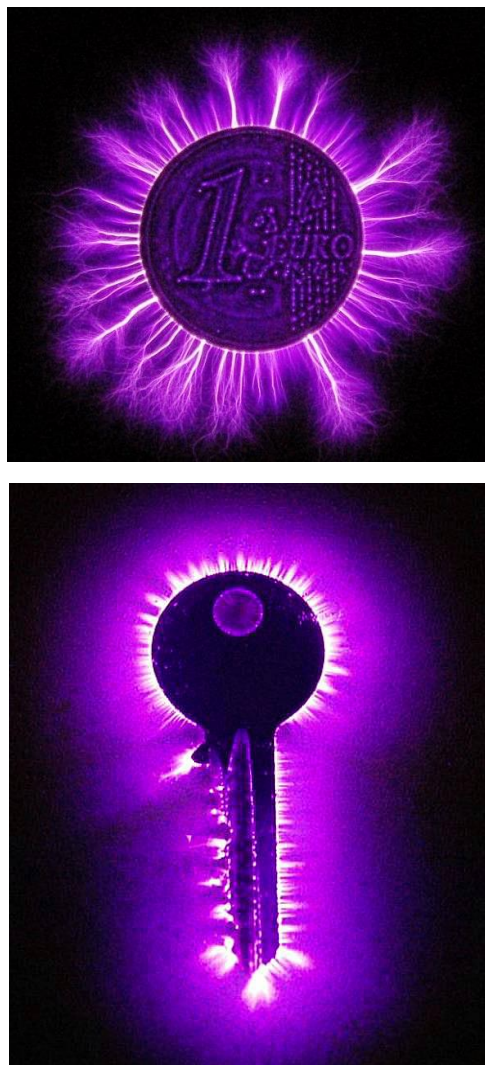


Рис. 3.21. Пример использования метода газоразрядной визуализации, позволяющего видеть энергетическое доминирование выпуклых частей поверхностей над вогнутыми частями

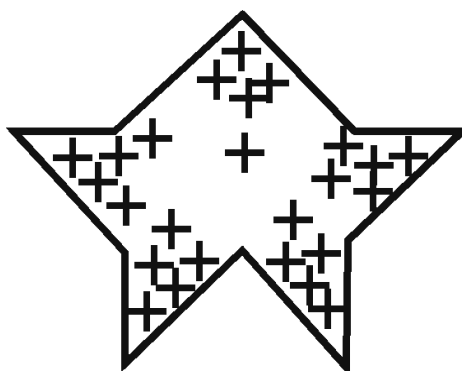


Рис. 3.22. На выступающих концах проводника концентрация

электрических зарядов больше

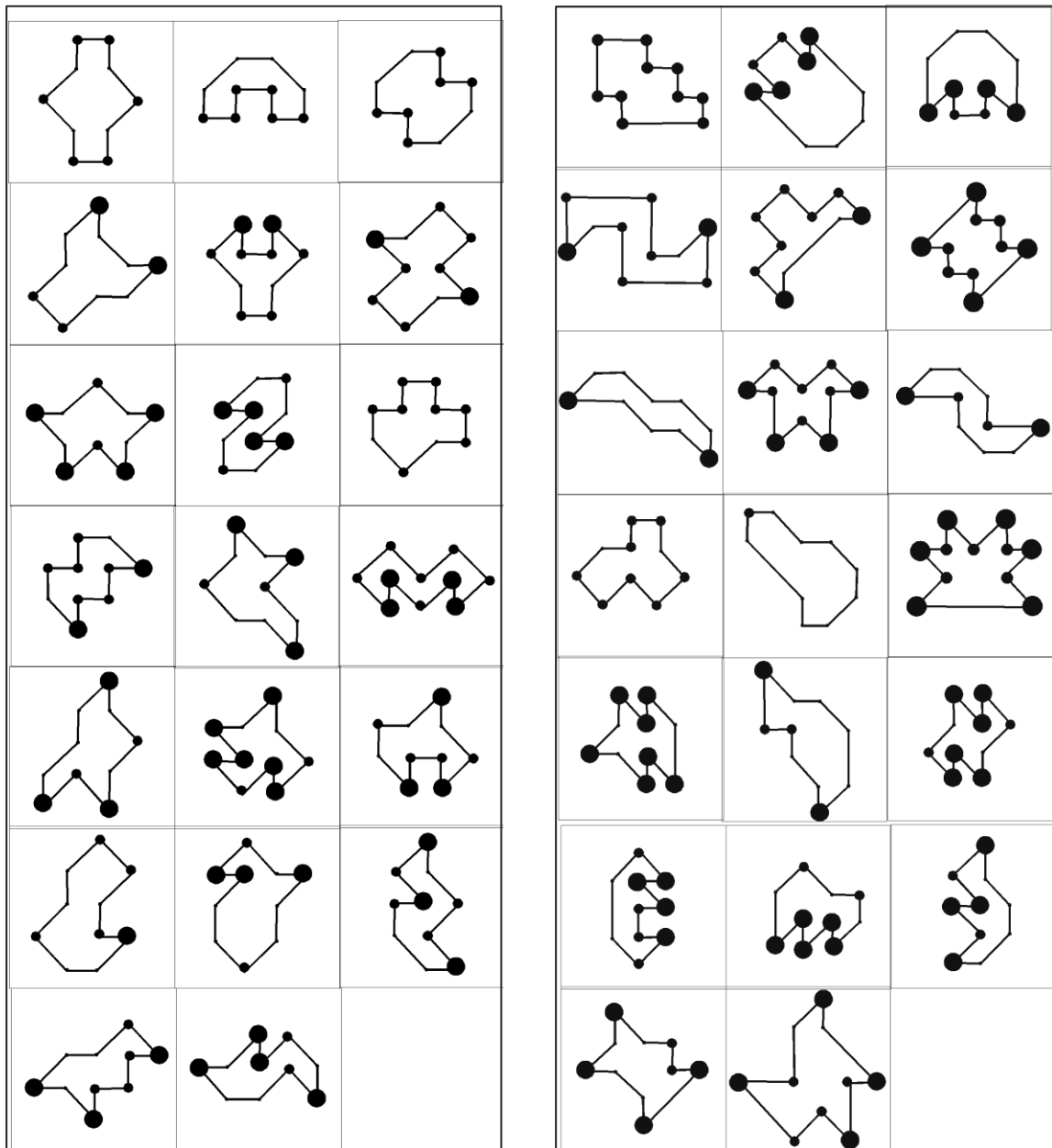


Рис. 3.23. Схемы, отражающие полевую напряженность фигур наборов №1 и №2

Следует отметить, что при переходе от ранжирования обычных изображений фигур (рисунок 3.25) к ранжированию их полевых схем (рисунок 3.23) структура изображений меняется, вследствие чего меняются кортежи зрительного восприятия, а в итоге меняются рейтинги в расстановке фигур. Рассматривая полевые схемы фигур, испытуемый наглядно видит соподчинение их композиционных центров (второстепенных, основных и главных), отчетливо понимает зависимость сложности структуры фигуры от

значений степеней динамичности композиционных центров, видна картина концентрации композиционных центров в квадрантах изображения и т. д.

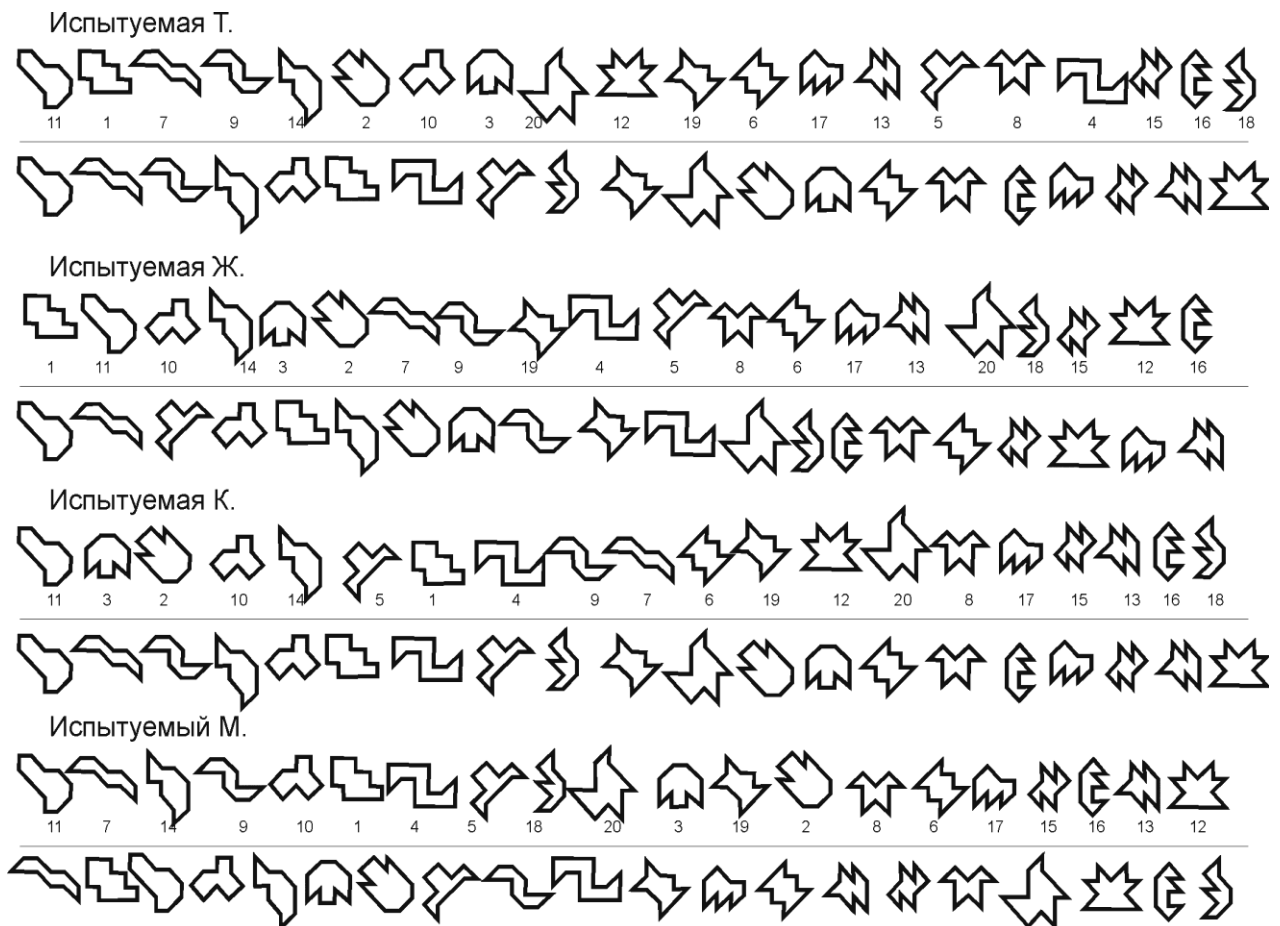
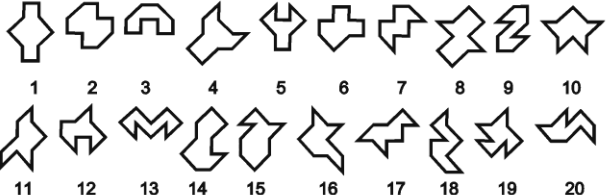
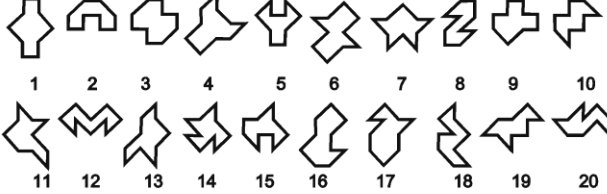
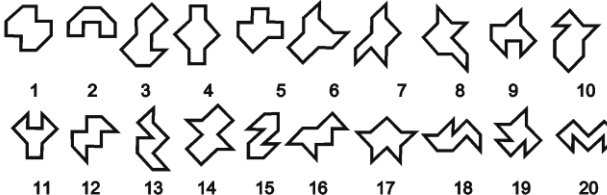


Рис. 3.24. Примеры ранжирования испытуемыми из контрольной группы (сверху начальное ранжирование фигур, внизу последующее ранжирование полевых схем этих же фигур по нарастанию визуальной массы)

Как видно из рисунка 3.24, испытуемые контрольной группы, ранжируя полевые схемы фигур, провели коррекцию рангов некоторых фигур. Например, испытуемая Т. посчитала необходимым перенести фигуру №12 с десятого места на двадцатое, испытуемая Ж. перенесла фигуру №1 с первого места на пятое, испытуемая К. перенесла фигуру №2 с третьего места на двенадцатое, а испытуемый М. фигуру №2 с тринадцатого места перенес на шестое. Такого рода различие в оценках сложности структур у испытуемых объясняется незнанием

сформулированных выше 12 локальных факторов, влияющих на оценку структурной сложности.

Оценка испытуемых по Р.М.Грановской	
Алгебраическая оценка сложности по Р.М.Грановской	
Оценка сложности контрольной группой	

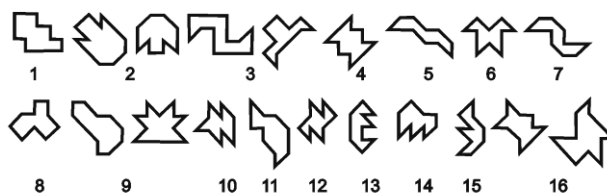
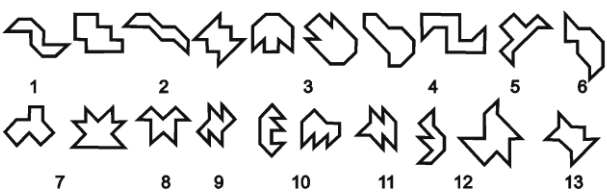
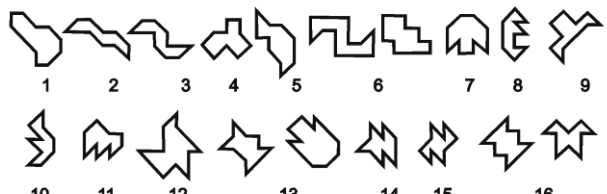
Оценка испытуемых по Р.М.Грановской	
Алгебраическая оценка сложности по Р.М.Грановской	
Оценка сложности контрольной группой	

Рис. 3.25. Результаты проведенного ранжирования контрольной группой в сравнении с результатами исследования лаборатории физиологии зрения Института физиологии им. И.П. Павлова АН СССР

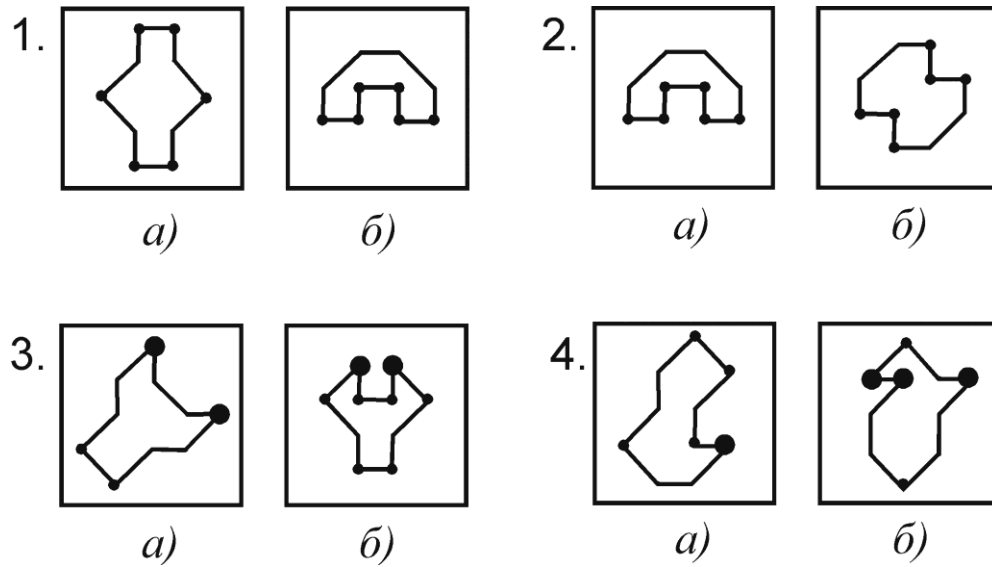


Рис. 3.26. Примеры парного сравнительного анализа полевых характеристик фигур

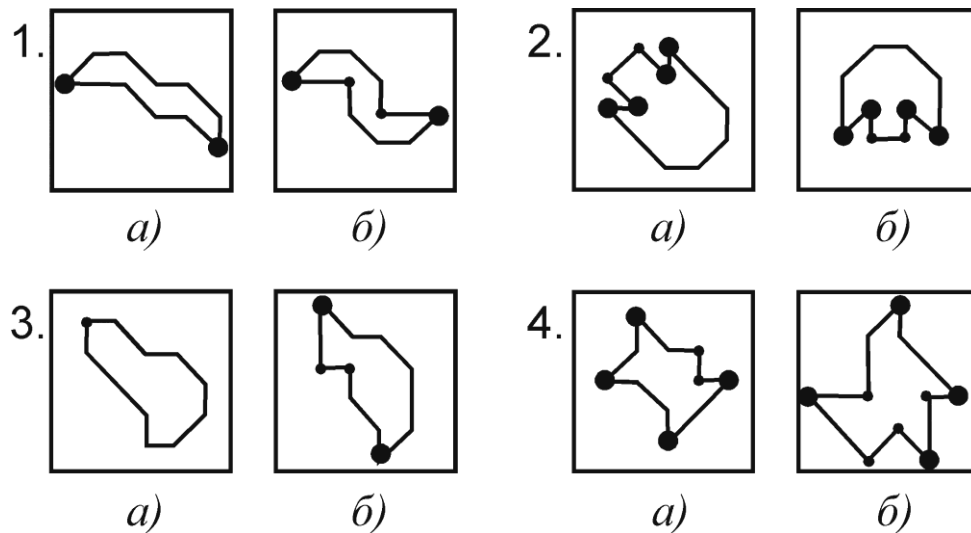


Рис. 3.27. Примеры парного сравнительного анализа полевых характеристик фигур

Поясним сказанное на примерах (рисунки 3.26, 3.27). На рисунке 3.26 фигуры 1а и 1б имеют по шесть центров со средней энергетикой (прямые углы) и по четыре центра со слабой энергетикой. При равенстве суммарного значения степеней динамичности фигур необходимо перейти к суммарному значению

количества центров, лежащих в верхних и левых квадрантах, а также к суммам неравных значений координат x и y . У фигуры $1a$: слева 3 энергетически средних и 2 слабых, сверху 4 средних и 2 слабых центров. Сложность C_{vl} равна $(2,9)3 = 8,7$; $C_{vg} = (2,9)4 = 11,6$. Общая сложность равна 20,3. У фигуры $1a$ сумма неравных значений координат центров Σ_{xy} равна девяти ($5y + 4x = 9$). У фигуры $1б$ сумма координат $\Sigma_{xy} = 7$, а общая энергетика центров в левых и верхних квадрантах составляет 18,5 условных единиц ($8,7 + 9,8$). Таким образом, фигура $1a$ обладает большей структурной сложностью. Аналогично вычисляются параметры остальных трех пар фигур. В итоге мы приходим к выводу: фигура $2б$ сложнее, чем $2a$; фигура $3б$ сложнее, чем $3a$; фигура $4б$ сложнее, чем $4a$. На рисунке 3.27 фигуры $1a$ и $1б$ обладают двумя центрами с максимальной энергетикой, расположенных в левых верхних квадрантах и в правых нижних квадрантах. Но при этом фигура $1б$ обладает ещё и одним центром со средней энергетикой в верхней и левой половинах композиции. По этой причине фигуру $1б$ следует отнести к более сложной, по сравнению с фигурой $1a$. В остальных парах фигур, представленных на рисунке 3.27: фигуры $2a$, $3б$, $4a$ – более сложные. Подобным образом подсчитывается сложность остальных фигур набора №1 и №2.

Тестирования, проведенные при одновременном предъявлении в поле зрения испытуемого всех 20 фигур, рассеивают его внимание, затрудняют решение локальной задачи. По этой причине, в итоге, пришлось перейти на методику парных сравнений. Примеры такого рода сравнений как простых, так и структурно сложных показаны на рисунках 3.28 и 3.39. Если в опытах Р.М. Грановской фигуры, показанные на рисунке 3.19, более 129 человек не смогли сказать, какая из этих фигур обладает более сложной структурой, то в данном исследовании все испытуемые (100%) признали правую фигуру структурно более сложной.

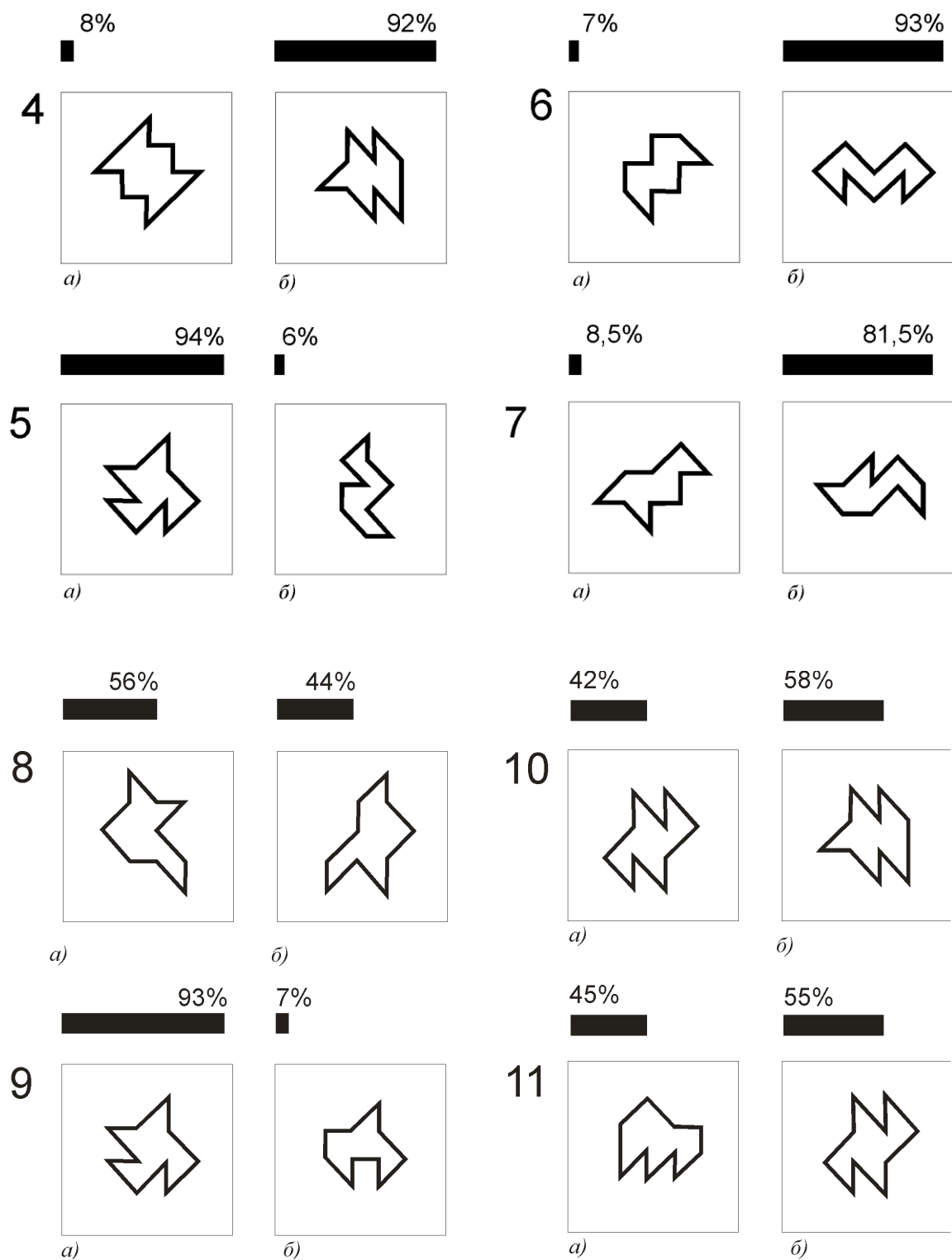


Рис. 3.28. Примеры результатов оценки испытуемыми сложности тестовых структур (среди фигур со сложными структурами)

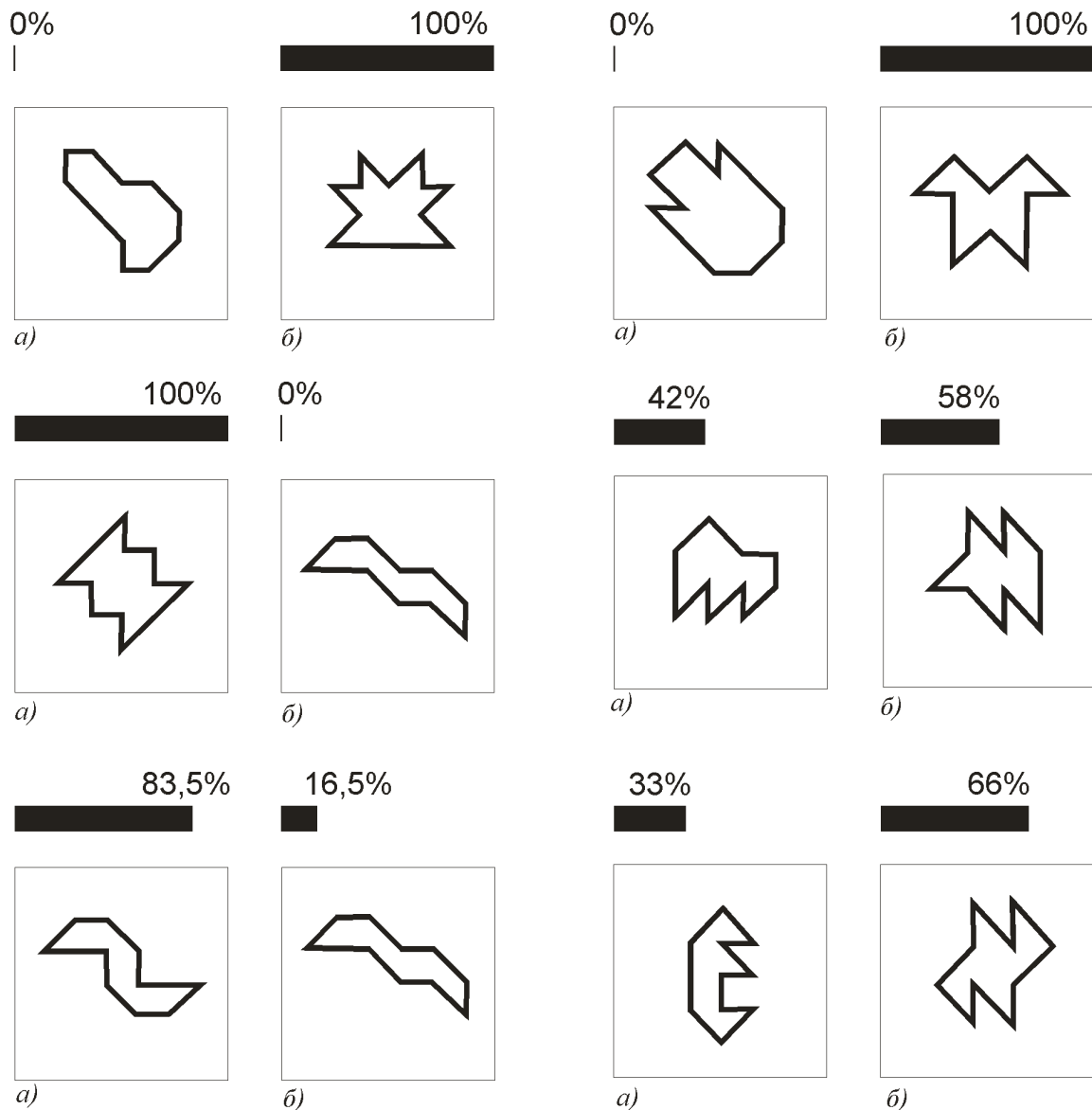


Рис. 3.29. Примеры результатов оценки испытуемыми сложности тестовых структур (среди фигур с относительно простыми структурами)

На рисунке 3.30 показано ранжирование фигур, выполненное по разработанному упрощенному алгоритму подсчета степени сложности, не учитывающему наличие второстепенных вершин (с углом 135°). Для еще более точного расчета степеней сложности структур целесообразно пользоваться всеми локальными компонентами универсальной матрицы оценки структурной сложности (рисунок 3.31), пригодной для анализа как точечных (из

бесструктурных элементов), так и линейных, фигурных многоцветных композиций, фигур с разомкнутым контуром (рисунок 3.32).

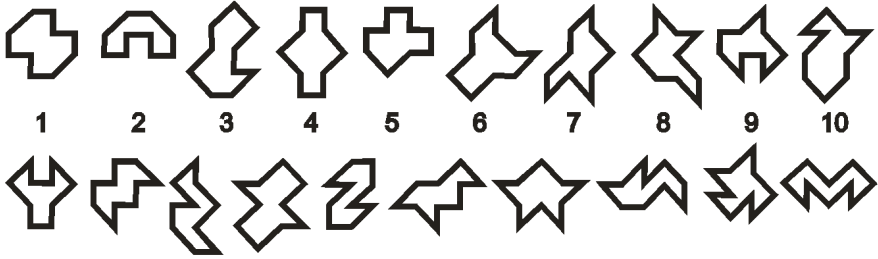
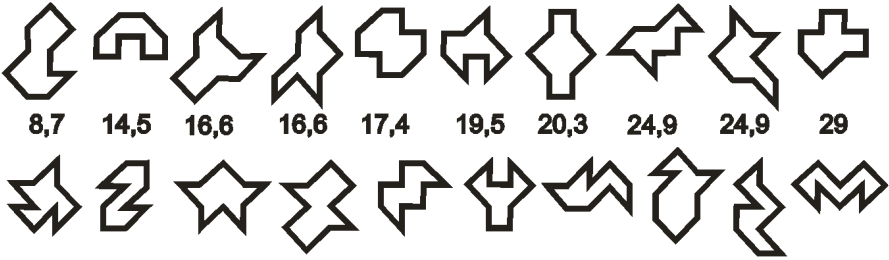
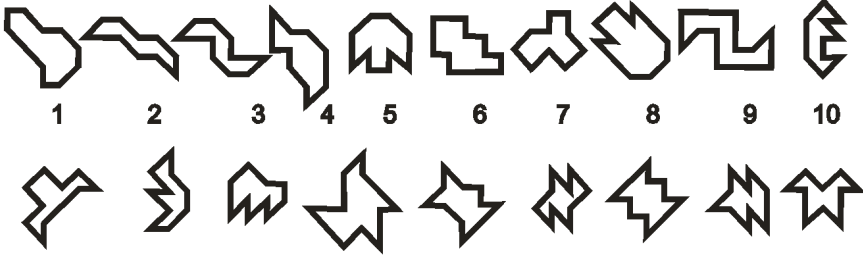
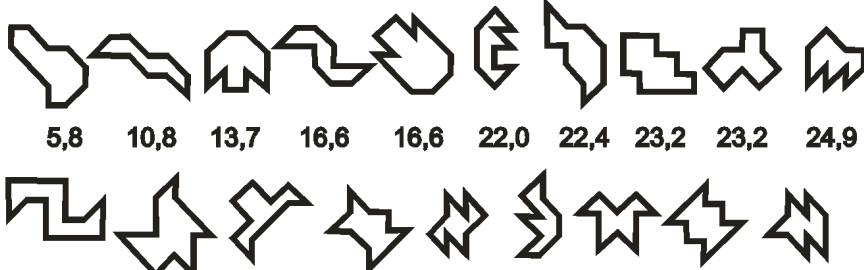
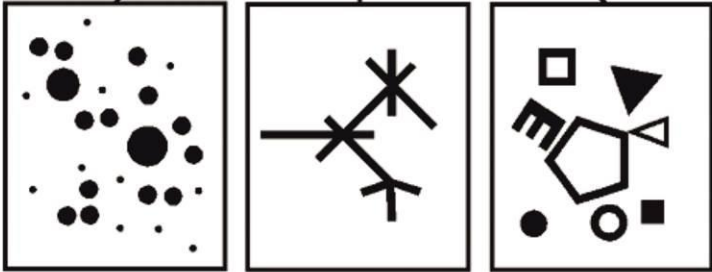
Оценка сложности контрольной группой	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Оценка сложности по разработанному алгоритму	 8,7 14,5 16,6 16,6 17,4 19,5 20,3 24,9 24,9 29 29,9 29,9 30,3 31,5 32 36,5 38,2 38,6 39 47,7
Оценка сложности контрольной группой	 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Оценка сложности по разработанному алгоритму	 5,8 10,8 13,7 16,6 16,6 22,0 22,4 23,2 23,2 24,9 28,2 33,2 34,0 38,2 38,2 43,6 47,7 55,6 58,6

Рис. 3.30. Результаты проведенного ранжирования контрольной группой в сравнении с результатами определения сложности структуры по разработанному алгоритму

Факторы сложности	ЭЛЕМЕНТЫ УРОВНЕЙ						
	A	B	C	D	E	F	G
1. Количество кластеров из элементов уровня элемента							
2. Количество композиционных центров							
3. Степень динамичности композиционных центров по биссектрисам углов							
4. Сумма порядков вещественных композиционных центров							
5. Разнообразие порядков вещественных композиционных центров							
6. Количество осей (вещественных и мнимых)							
7. Разнообразие осей (вещественных и мнимых)							
8. Разнообразие элементов контура							
9. Количество центров в верхних квадрантах							
10. Количество центров в левых квадрантах							
11. Количество неравных значений координат композиционных центров							
12. Количество равных значений координат (анализ симметричности)							



СТРУКТУРЫ АНАЛИЗИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Рис. 3.31. Универсальная матрица определения сложности структуры формы объектов уровней предметной среды.

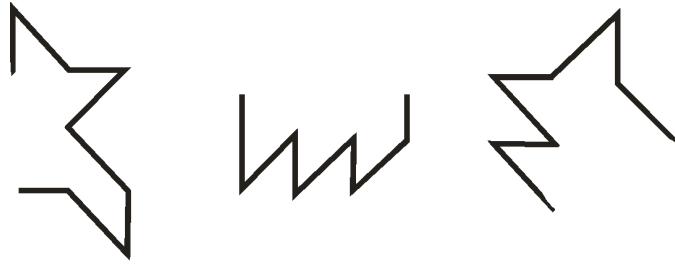


Рис. 3.32. Универсальная матрица и предложенный алгоритм пригодны для оценки структурной сложности фигур с незамкнутым контуром

При сравнениях сложностей структур, помимо средних значений характеристик выше приведенной матрицы, необходимо учитывать размах дисперсий перечисленных значений. На рисунке 3.33 показаны дисперсии значений признаков, характеризующих цветовые факторы сложности двух объектов. У одного из двух частотных распределений значения признака относительно среднего рассеяны в узком диапазоне, а у другого – в широком, хотя их средние (средние арифметические) после вычисления будут одинаковы. Из двух оценок сложнее та структура, которая обладает меньшей дисперсией, значения характеристик которой рассеиваются в более узком интервале. Это правило не распространяется на значения координат местоположения композиционных центров. В данной работе экспериментально установлено, что чем ближе расположены композиционные центры, тем субъективно выше сложность структуры.

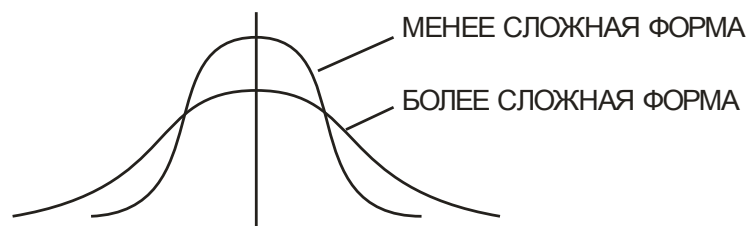


Рис. 3.33. Дисперсии значений признаков, характеризующих цветовые факторы сложности двух объектов

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ III

1. Разработанные во второй главе алгоритмы количественной оценки параметров визуальной структуры формы объектов, составляющих кластеры и уровни композиций предметно-пространственной среды, оказались эффективными для оценки степени сложности любой структуры;
2. По сравнению с существующими научными данными о сложности визуально воспринимаемой структуры формы было экспериментально выявлено значительно большее количество факторов, обуславливающих понимание сложности формы;
3. Разработанная матрица определения сложности структуры формы и заложенные в ней факторы позволяют оптимизировать и улучшить процесс анализа формы;
4. Предложенные факторы дополняют разработанные алгоритмы и компьютерную программу «Анализатор-М», что позволит дизайнерам и архитекторам использовать единый понятийный аппарат и единые методы оценки сложности структуры формы, независимо от направлений творческой деятельности;
5. Использование схем, отражающих полевую (невидимую) напряженность в углах фигур, увеличивает эффективность оценки степени сложности любых визуальных структур;
6. Экспериментально установлено, что рост количества не только вещественных, но и мнимых элементов увеличивает субъективно воспринимаемую сложность структуры формы.
7. В процедурах оценки сложности структур первостепенную роль играют значения порядков композиционных центров;
8. Для оценки сложности структур форм предложено использовать метод наложения на анализируемый объект четырех квадрантов поля зрения, характеризующих число и значимость для наблюдателя расположенных

композиционных центров. При этом центр матрицы из квадрантов должен быть совмещен с центром визуальной массы анализируемого объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В середине XX века человечество оказалось на пороге новой эры развития цивилизации – эры информационных технологий. К таким фундаментальным компонентам цивилизации, как материя и энергия, добавилась третья компонента - информация, характеризующая степень разнообразия первой и второй компонент. С этого момента информационные технологии стали играть основополагающую роль в развитии человеческой цивилизации. В результате существенно изменился привычный уклад жизни, поменялась система ценностей, особую значимость приобрели культурные ценности по отношению к материальным ценностям. Главная роль теперь отводится интеллекту и знаниям. Сегодня сложно представить научно-технический прогресс без такого важного фактора, как информационные технологии. Благодаря кибернетизации производства и науки появляются абсолютно новые обладающие уникальными возможностями технологии. На современном этапе рассмотрение конкретных примеров развития аналитических методов формообразования в художественно-прикладной культуре и, в частности, в теории архитектурно-дизайнерской композиции, позволяет прийти к следующим выводам.

Безусловным и неоспоримым является воздействие научно - технического прогресса на современную архитектурно - дизайнерскую композицию, перед которой сегодня поставлены новые задачи группой “технических” искусств, базирующихся на искусственном интеллекте. Существующий поток уникальных открытий и изобретений все быстрее проникает в сферу общественного художественного сознания, где ещё недавно в научных направлениях наблюдался объяснительно-описательный период, где считалось, что художественное проектирование может выполняться только людьми, но никак не компьютерами с их искусственным интеллектом.

Дизайнеры и архитекторы, говоря сегодня о структуре объектов предметной среды, могут назвать все её элементы и составные части, все способы взаимодействия этих элементов друг с другом. При этом методы анализа

структуры объектов дополнились новыми признаками и качественно новыми понятиями, характеризующими структуру (полевая структура, ключ композиции, мнимый элемент, мнимые композиционные центры и оси, четкие и нечеткие центры, пассивные и активные центры, кортеж зрительного восприятия и т.д.). В компьютерном обеспечении структурирования композиций объектов среды уже существуют программы, позволяющие вычленять любой элемент, определять количество его визуально воспринимаемой массы, вектор динамичности массы, степень динамичности массы, баланс масс, направление главной динамической оси, местоположение центра визуальной массы.

Сегодня дизайнеры и архитекторы понимают, что в современной реальности необходимо работать на стыке между художественной и инженерно-технической сферами творчества. Быстро с максимальным эффектом осуществлять проектные работы, нельзя всецело уповать только на методы, основанные полностью на чувствах и ощущениях. Необходимо использовать автоматизированные системы предварительного анализа формы объектов, на которые возложено выполнение рутинных работ структурирования композиций и которые существенно облегчают творческий поиск.

.

ОБЩИЕ ВЫВОодЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Рассмотрены теоретические, методологические и практические основы анализа структуры формы объектов в зарубежной экспериментальной эстетике, отечественной архитектуре и дизайне конца XIX – начала XX вв. Показано, что в последующие годы проектировщики среды столкнулись с новой парадигмой, связанной с прогрессом информационных технологий. Наука, техника и искусство заговорили на новом едином языке – языке информационных технологий. Внедрение информационных технологий в современное формообразование потребовало создания нового понятийного аппарата, новых алгоритмов работы и новых организаций рационального знания. Сегодня современное художественное проектирование предметной среды развивается по двум направлениям: внедрение экспертных систем в проектные технологии и разработка автоматизированных систем проектирования. В связи с этим нарастает актуальность разработки метода объективного анализа визуальной структуры формы объектов среды, который позволит увидеть по-новому формообразование и эффективнее использовать компьютерные технологии в проектировании объектов дизайна.

2. Предложенный в данной работе метод анализа визуальной структуры формы объектов дизайна среды существенно проще известных методов и не требует большого вычислительного ресурса. Полученные в данной работе результаты позволяют в ближайшее время создать автоматизированную систему по созданию различного рода композиций в архитектурно - дизайнерском проектировании. Такая система позволит выполнять рутинные работы по анализу и синтезу композиций, что в конечном итоге существенно облегчит творческий поиск.

3. Разработано четыре алгоритма и программа «Анализатор-М» количественной оценки параметров визуальной структуры формы объектов дизайна среды на основе психофизиологических механизмов зрительного восприятия человека:

– алгоритм №1 для количественной оценки визуальной массы пикселей цветных композиции предметной среды, позволяет дополнить существующие справочники эталонов цветов новой характеристикой « μ » (визуальная масса) с целью получения новых гармоничных цветовых сочетаний;

– алгоритм №2 для количественной оценки массы всего анализируемого изображения, решает задачу определения центров визуальных масс и определяет место положения осей композиционного равновесия масс;

– алгоритм №3 для количественной оценки многосложных средовых объектов на основе уровневого характера зрительного восприятия предметной среды, позволяет разложить элементы анализируемого изображения на визуально воспринимаемые уровни для организации соподчинения внутри уровней и кластеров (групп элементов) в композициях;

– алгоритм №4 для количественной оценки значений степени динамичности « δ » и направления вектора динамичности визуальной массы анализируемого изображения, дает возможность визуализировать видимую и невидимую (полевою) структуру формы объектов предметной среды.

На базе перечисленных алгоритмов создана программа «Анализатор-М» дополняющая метод анализа визуальной структуры формы объектов среды.

4. Предложен перечень факторов влияющих на оценку сложности структуры формы объектов дизайна предметной среды. Разработана универсальная матрица для анализа сложности структур точечных, линейных, фигурных многоцветных композиций и фигур с разомкнутым контуром. Данная матрица позволяет оптимизировать читабельность визуальных коммуникаций в дизайне среды, может быть положена в основу алгоритма оценки качества формообразования объектов дизайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Авраменко, Р.Ф.** Голографические свойства гиперсферы / Р.Ф. Авраменко, В.И. Николаева // Проблемы голографии. — 1975. — Вып. 6. — С. 64–75.
2. **Агостон, Ж.** Теория цвета и ее применение в искусстве и дизайне : пер. с англ. / Ж. Агостон. — Москва : Мир, 1982. — 184 с. : ил.
3. **Азгальдов, Г.Г.** Численная мера и проблема красоты в архитектуре / Г.Г. Азгальдов. — М. : Стройиздат, 1978. — 88 с. : ил.
4. **Азгальдов, Г.Г.** О возможности оценки красоты в технике / Г.Г. Азгальдов, Р.П. Повилейко. — М. : Изд-во стандартов, 1977. — 35 с.
5. **Альберс Дж.** Взаимодействие цвета / Джозеф Альберс ; пер. с англ. Д. Халиковой. — М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2017. — 216 с. : ил.
6. **Анисимов, Б.В.** Распознавание и цифровая обработка изображений / Б.В. Анисимов, В.Д. Курганов, В.К. Злобин. — М. : Высшая школа, 1983. — 295 с.
7. **Араухо, И.** Архитектурная композиция / И. Араухо. — М. : Высшая школа, 1982. — 208 с. : ил.
8. **Аркадьев, А.Г.** Обучение машины классификации объектов / А.Г. Аркадьев, Э.М. Браверман. — М. : Наука, 1971. — 192 с. : ил.
9. **Арнхейм, Р.** Искусство и визуальное восприятие / Пер. с англ. В.Н. Самохина. — М. : Прогресс, 1974. — 392 с. : ил.
10. **Арнхейм, Р.** Динамика архитектурных форм / Пер. с англ. В.Л. Глазычева — М. : Стройиздат, 1984. — 192 с. : ил.
11. **Аронов, В.Р.** Концепции современного дизайна. 1990 — 2010 / В.Р. Аронов. — М. : Артпроект, 2011. — 224 с.
12. **Архитектурно-дизайнерское проектирование. Специфика средового творчества (предпосылки, методика, технологии)** / В.Т. Шимко [и др]. — под. ред. Шимко В.Т. Учеб. пособие для вузов. — М. : Архитектура-С, 2016. — 240 с. : ил.

13. Базилевский, А.А. Технология и формообразование в проектной культуре дизайна (влияние технологии на морфологию промышленных изделий) [Текст] : дис. канд. искусствоведения: 17.00.06 / Базилевский Александр Андреевич. – М., 2006. – 191 с.

14. Бардин, К.В. Основной психофизический закон и его варианты / К.В. Бардин // Проблемы психофизики и дифференциальной психологии. — Казань : Изд-во Казанского университета, 1981. — с. 14.

15. Бауэр, Т. Зрительный мир грудного ребенка / Т. Бауэр // Восприятие. Механизмы и модели. — М. : 1974. — С. 351–366.

16. Бегенау, З.Г. Функция, форма, качество / Пер. с англ. А.Л. Дижера и М.М. Субботина — М. : Мир, 1969. — 168 с. : ил.

17. Безмоздин, Л.Н. Художественно-конструктивная деятельность человека / Л.Н. Безмоздин. — Ташкент : Изд-во ФАН, 1975. — 205 с.

18. Белов, М.И. Дизайн пешеходной улицы: учеб. пособ. для вузов / под ред. С.М. Михайлова. — Казань. : Дизайн-квартал, 2015. — 188 с. : ил.

19. Береснева, В.Я. Композиционный анализ меры предмета / В.Я. Береснева // Приволжский научный журнал. — Н. Новгород, 2007. — № 1. — С. 101–111.

20. Бесчастнов, Н.П. Художественный язык орнамента : [учеб. пособие] для студентов вузов, обучающихся по специальности «Дизайн» / Н.П. Бесчастнов. — М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2010. — 335 с. ; 32 с. : ил. — (Изобразительное искусство).

21. Бесчастнов, Н.П. Черно-белая графика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Художественное проектирование текстильных изделий» / Н.П. Бесчастнов. — М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2008. — 271 с. : ил. — (Изобразительное искусство).

22. Бирюков, Б.В. Машина и творчество. Результаты, проблемы, перспективы / Б.В. Бирюков, И.Б. Гуткин. — М. : Радио и связь, 1982. — 112 с.

23. Блюмберг, В.А. Какое решение лучше? : Метод расстановки приоритетов / В.А. Блюмберг, В.Ф. Глущенко. — Л. : Лениздат, 1982. — С. 10.

24. Будущее науки в XXI веке. Следующие пятьдесят лет / под ред. Дж. Брокмана; пер. с англ. Ю.В. Букановой. — М. : АСТ, 2008. — 255 с.

25. Вишняков, Б.В. Использование модифицированного метода оптических потоков в задаче обнаружения и межкадрового прослеживания движущихся объектов / Б.В. Вишняков, Ю.В. Визильтер, А. Лагутенко // Вестник компьютерных и информационных технологий. — Москва. — 2007. — №5. — С. 2–8.

26. Венда, В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда. — М. : Машиностроение, 1975. — 396 с. : ил.

27. Венда, В.Ф. Средства отображения информации. Эргономические исследования и художественное конструирование / В.Ф. Венда. — М. : Энергия, 1969. — 300 с. : ил.

28. Вершинин, Г.В. Особенности современной проектной культуры / Г.В. Вершинин // Социокультурные проблемы дизайна : сб. ст. / Юж. федер. ун-т. — Ростов н/Д, 2008. — С. 313–328.

29. Ветрова, И.Б. Неформальная композиция: от образа к творчеству. Учебное пособие. — М. : Изд-во Ижица, 2004. — 174 с. : ил.

30. Власов, В.Г. Большой энциклопедический словарь изобразительного искусства. В 8 т. Т. 1. — СПб. : ЛИТА, 2000. — 864 с., ил.

31. Волков, Н.Н. Композиция в живописи / Н.Н. Волков. — М. : Изд-во В. Шевчук, 2014. — 368 с. : ил.

32. Воронов, Н.В. Искусство предметного мира / Н.В. Воронов. — М. : Знание, 1977. — Вып. 8 (77). — 64 с. (Серия «Искусство»).

33. Воронов, Н.В. Российский дизайн. Очерки истории отечественного дизайна. Т. 1 / Н. В. Воронов. — М. : Союз Дизайнеров России, 2001. — 424 с.

34. Воронов, Н.В. Российский дизайн. Очерки истории отечественного дизайна. Т. 2 / Н.В. Воронов. — М. : Союз Дизайнеров России, 2001. — 392 с.

35. Восприятие. Механизмы и модели / Под ред. Н.Ю. Алексеенко — М., Мир, 1974. — 368 с.

36. Ганзен, В.А. О гармонии в композиции / В.А. Ганзен, П.А. Кудин, Б.Ф. Ломов // Техническая эстетика. — 1969. — №4. — С.13.

37. Ганзен, В.А. и Грановская, Р.М. Об одном способе количественной оценки сложности контура. — В кн. : Проблемы инженерной психологии. Под ред. Б.Ф. Ломова — Изд. ЛГУ, 1965.

38. Глезер, В.Д. Новые данные о структуре процесса зрительного опознавания / В.Д. Глезер, А.А. Невская // Бионика. — М. : Наука, 1965. — С. 32–40 .

39. Глезер, В.Д. Механизмы опознавания зрительных образов / В.Д. Глезер. — М. ; —Л. : Наука, 1966. — С. 140.

40. Грановская, Р.М. Восприятие и признаки формы / Р.М. Грановская, И.Я. Березная, А.Н. Григорьева. — М., 1981. — С.120–122.

41. Грановская, Р.М. Элементы практической психологии / Р.М. Грановская. — Л., Изд-во ЛГУ, 1988. — С.44.

42. Дагдидян, К.Т. Декоративная композиция. — Ростов н/Д : Феникс, 2008. — 312 с., [1] с : ил., [32] л. ил.

43. Движение глаз и зрительное восприятие / Под ред. Б.Ф. Ломова. — М. : Наука, 1978. — 277 с.

44. Дизайн: иллюстрир. сл. справ. / под общ. ред. Г.Б. Миневрина ; В.Т. Шимко. — М. : Архитектура-С, 2004. — 288 с.

45. Дизайн пешеходной улицы: учебное пособие для вузов / С.М. Михайлов [и др.]. — Казань : Дизайн-квартал, 2015. — 188 с. : ил.

46. Дмитрук, М. «Гибрид» картофеля с цыпленком / М. Дмитрук, Инженер. — 2000. — №12. — С.20–23.

47. Дубов, А.П. Парапсихология и современное естествознание / А.П. Дубов, В.Н. Пушкин. — М. : СП Соваминко, 1989. — С. 33.

48. Завалишин, Н.В. Модели зрительного восприятия и алгоритмы анализа изображений / Н.В. Завалишин, И.Б. Мучник. — М. : Наука, 1974. — 344 с.

49. Зеленов, Л.А. Принципы дизайна / Л.А. Зеленов, О.П. Фролов. — Горький : ГИСИ, 1978. — 30 с.

50. Зинченко, Т.П. Оpozнание и кодирование / Т.П. Зинченко. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1981. — 183 с.

51. Зинченко, В.П. Формирование зрительного образа / В.П. Зинченко, Н.Ю. Вергилес. — М. : Изд-во МГУ, 1969. — 107 с.

52. Зрительное опознание и его нейрофизиологические механизмы / Под ред. В.Д. Глезера. — Л. : Наука, 1975. — 272 с.

53. Иваницкий, А.М. Физиологическая двухмерность информации как основа некоторых индивидуальных различий / А.М. Иваницкий // Вопросы психологии. 1972. — № 4. — С. 1–14.

54. Иваницкий, А.М. Мозговые механизмы оценки сигналов / А.М. Иваницкий. — М. : Медицина, 1976. — С.3.

55. Измайлов, Ч.А. Психофизиология цветового зрения/ Ч.А. Измайлов, Е.Н. Соколов, А.М. Черноризов. — М. : Изд-во МГУ, 1989. — 206 с.

56. Иконников, А.В. Функция, форма, образ в архитектуре / А.В. Иконников. — М. : Стройиздат, 1986. — 288 с. : ил.

57. Иттен, Иоханнес Искусство формы / Пер.с немецкого; 5-е издание. . — М. : Изд. Д. Аронов, 2013. — 136 с.; ил.

58. Кандинский, В.В. Точка и линия на плоскости / В.В. Кандинский. — СПб. : Азбука, 2003. — 240 с.

59. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия «количество информации». — В кн. : Проблемы передачи информации. — М. : Наука, 1965. — т.1. — №1. Страницы?

60. Композиционные средства и приемы художественной выразительности в дизайне / Госком. СССР по науке и техн., Всесоюз. науч.-техн. ин-т техн. эстетики ; [редкол.: В.Ф. Колейчук (отв. ред.), С.О. Хан-Магомедов, Г.Н. Яковлева]. — Москва : ВНИИТЭ, 1982. — 100 с.

61. Коротков, К.Г. Эффект Кирлиан / К.Г. Коротков. — СПб : Изд-во Ольга, 1995. — 215 с. : ил.

62. Кривошеев, М.И. Цветовые измерения / М.И. Кривошеев, А.К. Кустарев. — М. : Энергоатомиздат, 1990. — 240 с. : ил.

63. Кудин, П.А. Использование средств технической эстетики для повышения эффективности операций приема и передачи информации человеком / П.А. Кудин, Б.Ф. Ломов. — Л. : ЛГУ, 1965. — С.125–143.

64. Кудин, П.А. О восприятии элементарных ритмических композиций на плоскости / П.А. Кудин, Б.Ф. Ломов, А.А. Митькин // Техническая эстетика. — 1969. — №8. — С.10–12.

65. Кудин, П.А. Психология восприятия и искусство плаката / П.А. Кудин, Б.Ф. Ломов, А.А. Митькин. — М. : Плакат, 1987. — 208 с.

66. Лебедев, И. Мир в магнитном кольце / И. Лебедев // Техника-молодежи. — 1991. — №6. — С. 2–3.

67. Лимонад, М.Ю. Живые поля архитектуры / М.Ю. Лимонад, А.И. Цыганов. — Обнинск : Титул, 1997. — С. 77.

68. Литвак, И.И. Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах / И.И. Литвак, Б.Ф. Ломов, Б.Ф. Соловейчик. — М. : Современное радио, 1975. — С.4.

69. Логвиненко, Г.М. Декоративная композиция : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Изобразительное искусство». — М. : Гуманитар. изд. Центр ВЛАДОС, 2008. — 144 с. : ил.

70. Ломов, Б.Ф. Современная научно-техническая революция и задачи прикладной психологии / Б.Ф. Ломов, В.Ф. Венда; В кн. Методология инженерной психологии, психологии труда и управления. — М. : Наука, 1981. — С. 3–14.

71. Ломов, Б.Ф. О структуре процесса опознания / Б.Ф. Ломов. — В кн. XVIII Международный психологический конгресс, симпозиум 16. — Обнаружение и опознавание сигналов. — М. : 1966. — С. 135–142.

72. Ломов, Б.Ф. Человек и техника / Б.Ф. Ломов. — М. : Радио и связь, 1966. — С. 228.

73. Ломов, Б.Ф. Влияние формы плоского пространства на организацию зрительной деятельности наблюдателя / Б.Ф. Ломов, А.А. Митькин // Техническая эстетика. — 1967. — №3. — С. 24–27.

74. Мартемьянова Е.А., Глоссарий средового дизайна : учебное пособие / Е.А. Мартемьянова, И.Б. Волкодаева. — Москва, 2017. — с. 182.

75. Мартемьянова Е.А. Формирование уровней зрительного восприятия предметно–пространственной среды [Текст] / Е.А. Мартемьянова, И.Б. Волкодаева // Дизайн и технологии. — 2016. — № 51 (93). — С. 111–116.

76. Мартемьянова Е.А. Метод количественной оценки системой технического зрения значений интегративных признаков объектов хроматического изображения предметно-пространственной среды [Текст] / Е.А. Мартемьянова, А.В. Шаповал // Приволжский научный журнал. — 2017. — № 1 (41). — С. 69–74.

77. Мартемьянова Е.А. Новое в анализе формы визуально воспринимаемых объектов / Е.А. Мартемьянова, А.В. Шаповал // Новые технологии. Т.3. Материалы XV Всероссийской конференции. — Миасс, 2018. — С. 60–69.

78. Мартемьянова Е.А. Прогнозирование распределения визуальной массы доминирующих цветовых сочетаний на основе анализа квазипространственной модели [Текст] / Е.А. Мартемьянова, Ю.С. Тарасова, В.В. Андреев // Научно–технический вестник Поволжья. — 2018. — № 5. — С. 256–259.

79. Мартемьянова Е.А. Разработка количественной оценки степени динамичности форм элементов Арктической среды // Основные проблемы гуманитарных наук / Сборник научных трудов по итогам международной научно–практической конференции. — № 2. — Волгоград, 2015. — С. 12–14.

80. Мартемьянова Е.А. Разработка компьютерных методов анализа композиционных структур элементов предметной среды [Текст] // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Ступени – 2017». — 2017. — С. 207–214.

81. Мелодинский, Д.Л. Школа архитектурно-дизайнерского формообразования : учеб. пособие / Д.Л. Мелодинский. — М. : Архитектура-С, 2004. — 312 с. : ил.

82. Мелодинский, Д.Л. Ритм в архитектурной композиции : учебное пособие. — 2-е изд. — М. : Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2013. — 240 с. : цв. вкл.

83. Миневрин, Г.Б. Архитектоника промышленных форм / Г.Б. Миневрин. — М. : 1970. — Вып.1 ; 1974. — Вып.2.

84. Миневрин, Г.Б. О красоте машин и вещей / Г.Б. Миневрин, В.М. Мунипов. 2-е изд. перераб. и доп. — М. : Просвещение, 1981. — 143 с.

85. Михайлов, С.М. История дизайна. Краткий курс : учебник для вузов / С.М. Михайлов, А.С. Михайлова. — М. : Союз Дизайнеров России, 2004. — 289 с.

86. Михайлов, С.М. История дизайна : учебник для вузов. Т.1 / С.М. Михайлов. — 2-е изд. испр. и доп. — М. : Союз Дизайнеров России, 2004. — 280 с.

87. Митькин, А.А. Дискуссионные аспекты психологии и физиологии зрения / А.А. Митькин // Психологический журнал. Т.3. — 1982. — №1. — С. 31–42.

88. Митькин А.А. “Законы гештальта” и фазность восприятия / А.А. Митькин // Психологический журнал. — Т4. — 1983. — №6. — С. 30–38.

89. Митькин, А.А. О влиянии структуры информационного поля на организацию зрительной деятельности оператора-наблюдателя / А.А. Митькин : Автореферат диссертации на соискание уч. ст. канд. пед. наук. — М., 1967. — 26 с.

90. Митькин, А.А. Опыт экспериментального исследования восприятия несмысловых композиций / А.А. Митькин, Т.М. Перцева // Техническая эстетика. — 1970. — №8. — С. 4–6.

91. Моль, А. Теория информации и эстетическое восприятие / Пер. с франц. — М. : Мир, 1966. — 351 с.

92. Моторные компоненты зрения / Под ред. Б.Ф. Ломова. — М. : Наука, 1975. — 236 с.

93. Назаров Ю.В. Компьютерные технологии как средство художественного проектирования / Ю.В. Назаров, О.Г. Яцюк // Дизайн, эргономика, сервис: сб. науч. тр. — М. : ВНИИТЭ, 1980. — С. 75.

94. Невская, А.А. О пределах инвариантности зрительного опознавания у человека / А.А. Невская // В сб. Механизмы опознавания зрительных образов. Проблемы физиологической оптики. — Т.14. — Л. : Наука, 1967. — С. 102–111.

95. Нейродинамика мозга при оптико-гностической деятельности / под ред. Е.А. Жирмунской, Э.С. Бейн — М. : Медицина, 1974. — 160 с.

96. Норенков, С.В. Понятие композиционной деятельности / С.В. Норенков, А.В. Шаповал // Методология и теория деятельности : тез. докл. межзон. науч. симп. — Горький, 1982. — С. 186–189.

97. Переверзев, Л.Б. Искусство и кибернетика / Л.Б. Переверзев. — М. : Искусство, 1966. — С. 13.

98. Праздникова, Н.В. Исследование инвариантности опознавания зрительных изображений у собак / Н.В. Праздникова // В сб. Механизмы опознавания зрительных образов. Проблемы физиологической оптики. — Т.14. — Л. : Наука, 1967. — С. 112–127.

99. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для вузов. / С.А. Васин [и др.]. — М. : Машиностроение-1, 2004. — 692 с. : ил.

100. Разработка методик эстетической оценки промышленных изделий. Основные положения / под ред. А.В. Иконникова. — М. : ВНИИТЭ, 1987. — 80 с.

101. Ракитов, А.И. Философия компьютерной революции / А.И. Ракитов. — М. : 1991. — С. 236.

102. Рахманкулова, Д.Р. Человек и вещь в пространстве культуры : монография / Д.Р. Рахманкулова. — Н. Новгород : Из-во НГПУ, 2008. — 116 с.

103. Раушенбах, Б.В. Геометрия картины и зрительное восприятие. М. : Интерпракс, 1994. — 240 с.

104. Ривош, Я.Н. Время и вещи : очерки по истории материал. культуры в России нач. XX века / Я.Н. Ривош. — М. : Искусство, 1990. — 303 с.

105. Рот, М. Интеллектуальный автомат: компьютер в качестве эксперта / Пер. с нем. — М. : Энергоатомиздат, 1991. — 80 с. : ил.

106. Рунге, В.Ф. Основы теории и методологии дизайна : учеб. пособие / В.Ф. Рунге, В.В. Сеньковский. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Пресс, 2005. — 366 с. : ил.

107. Рунге, В. Ф. История дизайна, науки и техники : учеб. пособие. В 2 кн. — Кн. 1 / В.Ф. Рунге. — М. : Архитектура-С, 2006. — 368 с. : ил.

108. Рунге, В. Ф. История дизайна, науки и техники : учеб. пособие. В 2 кн. Кн.2 / В.Ф. Рунге. — М. : Архитектура-С, 2007. — 432 с.

109. Саркисов С.К. Основы архитектурной эвристики / С.К. Саркисов. — М. : Архитектура-С, 2004. — 352 с.

110. Соколов, Е.Н. Цветовое зрение / Е.Н. Соколов, Ч.А. Измайлов. — М. : Изд-во МГУ, 1984. — 176 с.

111. Солис, Марк А. Эффект Хатчисона / Марк А. Солис // Новая энергетика. — 2003. — № 5-6. — С. 37–39.

112. Сомов, Г.Ю. Гармонизация формообразующих линий / Г.Ю. Сомов // Техническая эстетика. — 1972. — № 12. — С. 14–17.

113. Сомов, Г.Ю. Организация фигур в предмете / Г.Ю. Сомов // Техническая эстетика. — 1974. — № 7. — С. 13–17.

114. Сомов, Ю.С. Композиция в технике / Ю.С. Сомов. — М. : Машиностроение, 1987. — 288 с. : ил.

115. Словарь иностранных слов / под ред. Ф.Н. Петрова. — М., Изд-во Советская Энциклопедия, 1964. — 784 с.

116. Степанов, А.В. Объемно-пространственная композиция в архитектуре // В.Ф. Кринский, И.В. Ламцов, М.А. Туркус и др. — М. : Архитектура-С, 2012. — 192 с. : ил.

117. Теория композиции в советской архитектуре / Л.И. Кириллова [и др.]. — Под. ред. Л.И. Кирилловой; ЦНИИ теории и истории архитектуры. — М. : Стройиздат, 1986. — С.3.

118. Теория композиции как поэтика архитектуры / под. ред И.А. Азизян. — М. : Прогресс – Традиция, 2002. — 568 с.

119. Торшилова Е.М. Можно ли поверить алгеброй гармонию? Критический очерк экспериментальной эстетики / Е.М. Торшилова. — М. : Искусство, 1988. — С.5.

120. Урсул, А. Теория информации и техническая эстетика (методологические проблемы) / А. Урсул // Техническая эстетика. — 1969. — № 5. — С. 1–3.

121. Устин, В.Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно–художественного формообразования в дизайнерском творчестве : учеб. пособие. — М. : АСТ: Астрель, 2007. — 239, [1] с. : ил.

122. Утробин, В.А. Компьютерная обработка изображений. Анализ и синтез : В 2ч. : учеб. пособие / В.А. Утробин. — Нижний Новгород. : Изд-во НГТУ, 2003. — 228 с. : ил.

123. Утробин, В.А. Компьютерная обработка изображений. Анализ и синтез: В 2ч. : учеб. пособие / В.А. Утробин. — Нижний Новгород. : Изд-во НГТУ, 2003. — 228 с. : ил.

124. Федоров, М.В. Объемно–пространственная композиция в проекте и в природе / М.В. Федоров, Ю.И. Короев. — М. : Госстройиздат, 1961. — 348 с.

125. Федоров, М. Эстетическая ценность предметной среды / М. Федоров // Вопросы технической эстетики. — М., 1970. — Вып.2.

126. Фехнер, Г.Т. О формуле измерения ощущений / В кн. : Проблемы и методы психофизики. Под ред. А.Г. Асмолова и М.Б. Михалевской. — М. : Изд-во МГУ, 1974. — С. 15.

127. Филин, В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо / В.А. Филин. — М. : МЦ Видеоэкология, 1997. — с. 101.

128. Форд, Р. Колесо Орфеиуса – наилучший пример механического вечного двигателя / Р. Форд // Новая энергетика. — СПб, 2004. — №4. — С. 6–10.

129. Форсайт, Дэвид А., Понс, Жан Компьютерное зрение. Современный подход. : Пер. с англ. — М. : Издательский дом Вильямс, 2004. — 928 с. : ил.

130. Шаповал, А.В. Теория формальной композиции: учеб. пособие для вузов / А.В. Шаповал. — Казань : Дизайн-квартал, 2016. — 175 с. : ил.

131. Шаповал, А.В. Машинная оценка эниологических характеристик формы / А.В. Шаповал // Архитектура и строительство-2000 : тез. докл. материалов. Междунар. науч.-метод. и практич. конф. по архитектуре и дизайну. — Н. Новгород, ННГАСУ, 2000. — С. 71–73.

132. Шаповал, А.В. Разработка экспертной системы для обеспечения художественно-композиционной подготовки архитекторов и дизайнеров / А.В. Шаповал // Проблемы применения технических средств при подготовке специалистов строительных вузов : тез. докл. науч.-техн. конф. — Н. Новгород, 1993. — С. 36.

133. Шаповал, А.В. Отечественная теория композиции на современном этапе / А.В. Шаповал // Дизайн-Ревю. — Казань, 2007. — № 1/3. — С. 13–17.

134. Шаповал, А.В. Представление полевой структуры пространства в теории композиции / А.В. Шаповал // Дизайн-Ревю. — Казань, 2008. — № 1/2. — С. 66–69.

135. Шаповал, А.В. Полевая структура изображения / А.В. Шаповал // Социокультурные проблемы дизайна : сб. ст. / Юж. фед. ун-т. — Ростов н/Д, 2008. — С. 9–22.

136. Шаповал, А. В. Исследование оценки структуры изображения с целью интенсификации обучения бакалавров архитектурных и дизайнерских специальностей / А.В. Шаповал // Психологическая наука и практика : проблемы и перспективы : сб. науч. тр. — Н. Новгород, 2008. — С. 63–67.

137. Шаповал, А.В. Новый подход к пониманию структурного синтеза в формальной теории композиции / А.В. Шаповал // Нижегородская школа дизайна : межвуз. сб. науч. тр. / Нижегор. гос. архитект.-строит. ун-т. — Н. Новгород, 2007. — Вып. 1. — С. 51–71.

138. Шаповал, А.В. Информационная значимость областей изображения / А.В. Шаповал // Системы обработки информации и управления: межвуз. сб. науч. тр. — Н. Новгород, 1995. — С. 27–30.

139. Шаповал, А.В. Отечественная экспериментальная эстетика в постиндустриальный период: монография / А.В. Шаповал. — Н. Новгород : ННГАСУ, 2009. — 168 с.

140. Шаповал, А.В. Разработка аксиом теории формальной композиции / А.В. Шаповал // Приволжский научный журнал. — Н. Новгород, 2008. — № 2. — С. 101–111.

141. Шаповал, А.В. Алгоритм художественно-конструкторского анализа и синтеза внешнего вида металлорежущего станка / А.В. Шаповал, А.В. Денисенко // Технологические процессы и оборудование машино- и приборостроения : межвуз. сб. науч. тр. — Н. Новгород, 1995. — С. 37–56.

142. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; Пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с., 8 с. : ил.

143. Щуров, В.А. Дизайн в системе деятельности общества / В.А. Щуров // Методология и теория деятельности : тез. докл. к 10-му межзон. симп. — Горький, 1982.

144. Эллиот, Л. Физика / Л. Эллиот, У. Уилкоккс. — М. : Наука, 1975. — 807 с.

145. Эндрю, А. Искусственный интеллект / А. Эндрю. — М. : Мир, 1985. — 264 с.

146. Bruner J.S., Goodman C.C. Value and need as organizing factors in perception. — J. of Abnormal a. social Psychol, 1947. — v. 42. — p. 33–44.

147. Eysenck H.J. The experimental study of the good gestalt. A new approach. — Psychological review, 1942. — v.49. — №4. — p. 356.

148. Ehrenfels Ch. von. Uber. Gestaltqualitatum. — Vierteljsch. f. wiss. Philos., 1890. — B. 4. — S. 249–292.

149. Fisher, G.H. An experimental and theoretical appraisal of the inappropriate size depth theories of illusions, Brit. J. of Psych / G.H. Fisher. — 1968. — Vol.59. — №4.

150. Laurel, B. Design Research : Methods and Perspectives / B. Laurel, P. Lunenfeld. — [S. l.] : The MIT Press, 2003. — 334 p.

151. Postman L., Brown D. The perceptual consequences of success and failures. — J. of Abnormal a. social Psychol., 1952/ — v.47/ — P.213–221.

152. Trevarthen C.B. Two mechanisms of vision in primates / C.B. Trevarthen // Psychol. Forsch. — B.31/ — P.299–337.

153. Shannon C.E. A mathematical theory of communication. Pt. 1, 2. — Bell Syst. Techn. J., 1948. — v.27. — №3 / — P. 379–423 ; №4/ — P. 623–656.

154. Wertheimer M. Experimentelle Studien uber das Sehen von Bewegung. — Z. Psychol., 1912 / — B. 61/ — S. 161–265.

155. Wertheimer M. Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. — Psychol. Forsch, 1923/ — B. 4/ — S. 301–350.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.



Илл. 1. Последовательность технологических укладов

ВРОЖДЕННЫЕ

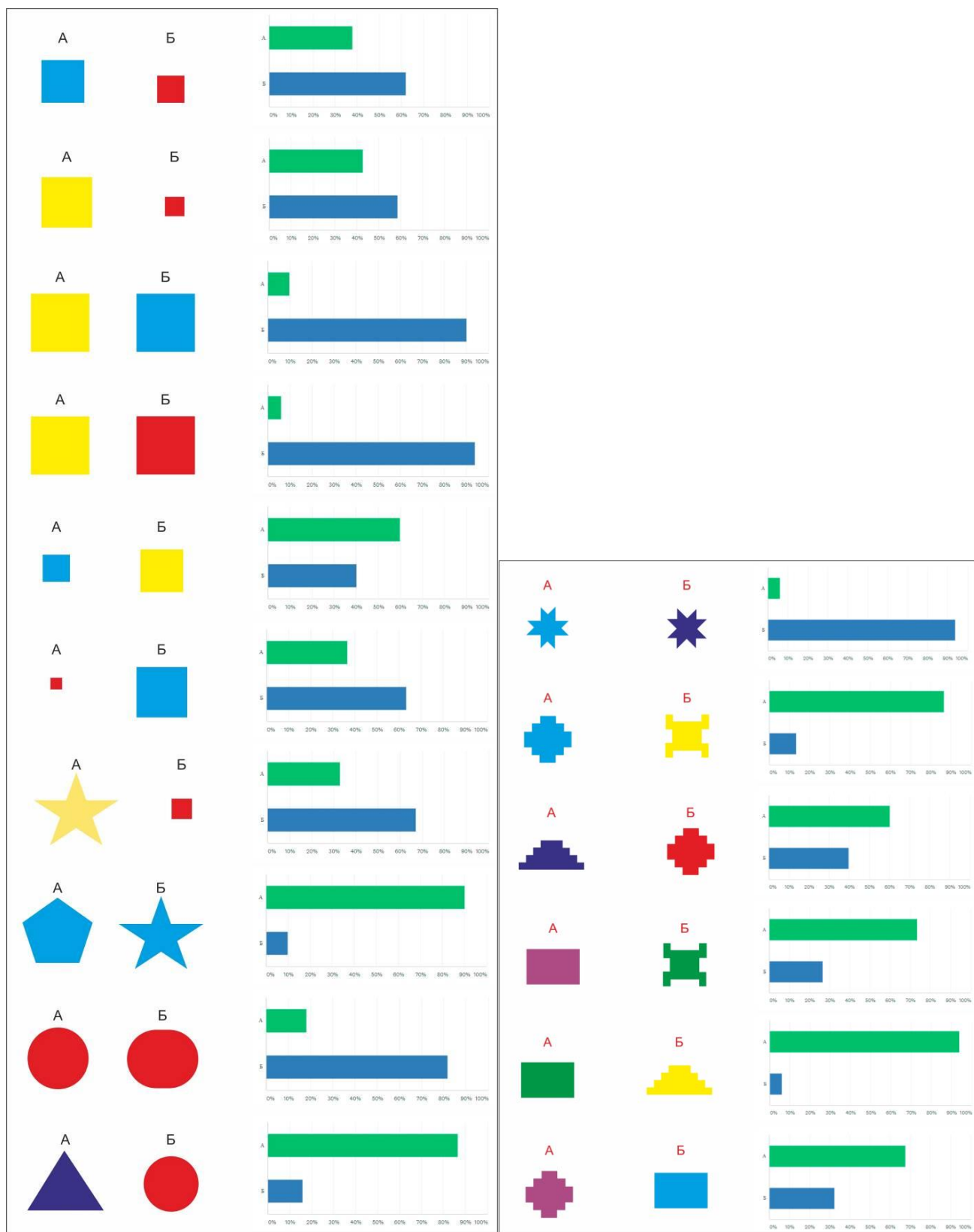
- ▶ Визуальное группирование элементов композиции с одинаковыми признаками
- ▶ Уровневый характер восприятия
- ▶ Переключение внимания наблюдателя от элементов с большим воздействием на зрение к элементам с меньшим
- ▶ Снижение различительной способности глаз при приближении элемента к контуру большего объекта

ПРИБРЕТЕННЫЕ

- ▶ Движение глаз наблюдателя происходит быстрее и точнее по горизонтали и вертикали
- ▶ Переключение внимания наблюдателя в направлениях «слева-направо», «сверху-вниз», «от себя в глубину»
- ▶ Концентрация внимания наблюдателя на композиционных центрах

Илл. 2. Врожденные и приобретенные стратегии зрительного восприятия

ПРИЛОЖЕНИЕ В.



Илл. 3. Статистическая обработка полученных данных по результатам сравнения визуальной массы цветных фигур

Таблица. 1. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от формы

Композиция элементов /вид и номер/	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%
 1	a (мм)	90	101,61	16,19	1,71	15,93	85	95,76	17,7	1,92	18,48
	A (%)	90	92,78	15,64	1,65	16,86	85	98,24	22,13	2,40	22,53
 2	a (мм)	90	107,5	22,13	2,33	20,59	85	98,59	17,57	1,91	17,82
	A (%)	90	88,67	18,07	1,90	18,36	85	96,47	26,69	2,89	27,67
 3	a (мм)	90	141,28	34,75	3,66	24,6	85	136,47	40,54	4,40	29,71
	A (%)	90	69,56	18,07	1,90	25,98	85	72,47	21,30	2,31	29,39
 4	a (мм)	90	112,98	25,13	2,65	22,38	85	110,68	22,23	2,41	20,08
	A (%)	90	84,44	19,54	2,06	23,14	85	86,0	19,11	2,07	22,22
 5	a (мм)	90	103	19,79	2,09	19,21	85	101,53	19,48	2,11	19,19
	A (%)	90	92,89	18,69	2,03	20,0	85	92,0	19,27	2,09	20,95

Таблица. 2. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от местоположения

Композиция элементов /вид и номер/	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%
 1	a (мм)	90	96,5	16,64	1,75	17,24	85	94,47	25,64	2,78	27,14
	A (%)	90	98,89	19,4	2,04	19,62	85	103,88	29,71	3,22	28,6
 2	a (мм)	90	104,06	20,77	2,19	19,96	85	101,53	33,43	3,63	32,93
	A (%)	90	91,61	20,56	2,17	22,43	85	99,8	37,56	4,07	34,18
 3	a (мм)	90	107,5	22,13	2,33	20,59	85	98,59	17,57	1,91	17,82
	A (%)	90	88,67	18,07	1,90	18,36	85	96,47	26,69	2,89	27,67

Таблица. 3. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от площади

Композиция элементов /вид и номер/	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$m\bar{x}$	c%
 1	a (мм)	90	257,78	62,84	6,62	24,38	85	233,53	75,8	8,22	32,46
	A (%)	90	37,44	10,70	1,13	28,58	85	41,65	13,53	1,47	32,48
 2	a (мм)	90	218,76	59,64	6,28	27,26	85	198,32	94,73	10,27	47,77
	A (%)	90	44,78	13,35	1,41	29,81	85	51,76	13,99	1,52	27,03
 3	a (мм)	90	202,06	45,65	5,13	24,08	85	161,68	46,79	5,07	28,94
	A (%)	90	55,56	15,36	1,62	27,65	85	60,59	16,04	1,74	26,47
 4	a (мм)	90	139,2	28,49	3,0	20,47	85	132,59	31,52	3,42	23,77
	A (%)	90	68,11	14,13	1,49	20,75	85	71,53	14,27	1,55	19,95
 5	a (мм)	90	80,67	12,09	1,27	14,99	85	81,41	13,47	1,46	16,55
	A (%)	90	114,66	16,07	1,69	16,82	85	116,47	27,75	3,01	23,83
 6	a (мм)	90	97,0	9,6	1,01	9,9	85	98,03	12,17	1,32	12,41
	A (%)	90	94,67	9,33	0,98	9,86	85	96,12	13,11	1,42	13,64

Таблица. 4. Результаты оценки достоверности различий показателя А у лиц разного пола в зависимости от ориентации элементов композиции

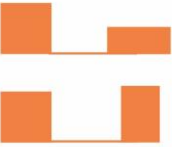
Композиция элементов	м				ж			
	$\bar{x}$	$m\bar{x}$	t	p	$\bar{x}$	$m\bar{x}$	t	p
	69,56	1,9	5,8	<0,001	72,47	2,3	7,69	<0,01
	86,67	2,27			109,41	3,5		
	84,44	2,0	2,9	<0,01	86,0	2,0	6,2	<0,01
	92,44	1,72			96,71	1,86		
	92,89	2,0	0,036	>0,05	92,0	2,1	0,676	>0,05
	92,78	1,5			93,76	1,6		

Таблица. 5. Результаты оценки достоверности различий показателя А у лиц разного пола в зависимости от местоположения элементов композиции

Композиция элементов	м				ж			
	х	mx	t	p	$\bar{x}$	mx	t	p
	98,44	1,9	0,16	>0,05	96,47	2,89	1,71	>0,05
	98,89	2,0			103,88	3,2		
	98,44	1,9	0,815	>0,05	96,47	2,89	2,72	<0,01
	91,67	2,17			109,88	4,0		
	98,89	2,0	2,44	<0,01	103,88	3,2	1,17	>0,05
	91,67	2,17			109,88	4,0		

Таблица. 6. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от формы/Контрольная группа/

Композиция элементов	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	γ	mx	c%	n	$\bar{x}$	γ	mx	c%
	A (%)	53	77,6	19,1	2,6	24,7	60	76,8	21,7	2,8	28,3
	A (%)	53	83,0	16,2	2,2	19,5	60	82,3	14,4	1,9	17,4
	A (%)	53	70,0	19,2	2,6	27,5	60	62,0	26,0	3,4	31,9
	A (%)	53	80,0	17,7	2,4	22,1	60	70,0	16,3	2,1	23,3
	A (%)	53	82,8	18,4	2,5	22,1	60	76,5	18,1	2,3	23,6

Таблица. 7. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от ориентации и местоположения/Контрольная группа/

Композиция элементов	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%
	A (%)	53	80,4	22,0	3,0	27,4	60	74,5	28,3	3,7	37,9
	A (%)	53	84,5	23,8	3,3	28,2	60	79,5	29,8	3,9	37,4
	A (%)	53	83,6	16,6	2,3	19,8	60	82,0	27,8	3,6	33,9

Композиция элементов	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%
	A (%)	53	78,1	13,2	1,8	16,8	60	81,8	28,3	3,7	34,5
	A (%)	53	84,5	17,2	2,3	20,3	60	81,3	26,4	3,4	32,4

Таблица. 8. Результаты оценки визуального расположения правого элемента композиции по отношению к точке равновесия в зависимости от площади/Контрольная группа/

Композиция элементов	показатель	м					ж				
		n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	γ	m $\bar{x}$	c%
	A (%)	53	44,5	12,6	1,7	28,4	60	40,6	18,1	2,3	44,5
	A (%)	53	50,7	15,6	2,1	30,8	60	51,5	15,5	2,0	30,0
	A (%)	53	55,0	13,26	1,8	24,0	60	79,7	16,4	2,1	20,6
	A (%)	53	68,9	17,1	2,4	24,8	60	65,8	14,9	1,9	22,6
	A (%)	53	114,9	19,8	2,7	17,3	60	116,0	38,1	4,9	32,8

Таблица. 9. Расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

Композиционное положение тест-объектов	n	M $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	n	Ж $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	P
 1	31	76,9±24	31	82,6±3,2	>0,05
 2	31	90,3±2,5	31	89,6±3,0	>0,05
 3	31	86,8±1,8	31	88,9±1,6	>0,05
 4	31	92,9±3,1	31	98,1±3,3	>0,05
 5	31	91,1±4,3	31	82,1±3,9	>0,05
 6	31	96,3±5,0	31	109,6±4,2	<0,05
 7	31	93,7±4,8	31	99,0±5,2	>0,05
 8	31	127,6±6,0	31	98,9±4,8	<0,05
 9	31	103,5±5,7	31	110,1±6,9	>0,05
 10	31	91,5±3,5	31	89,0±2,9	>0,05
 11	31	58,5±2,6	31	64,4±3,4	>0,05
 12	31	55,5±2,6	31	63,6±3,4	>0,05
 13	31	59,9±2,2	31	67,2±3,6	>0,05
 14	31	58,2±2,7	31	65,5±3,9	>0,05

Таблица. 10. Расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

Композиционное положение тест-объектов	n	M $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	n	Ж $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	P
 1	31	83,0±3,1	31	86,9±3,8	>0,05
 2	31	60,0±3,0	31	60,3±3,7	>0,05
 3	31	72,9±2,4	31	82,2±3,2	<0,05
 4	31	68,6±2,6	31	79,1±4,2	<0,05
 5	31	81,8±3,2	31	93,7±4,2	<0,05
 6	31	73,7±4,4	31	85,0±5,0	>0,05
 7	31	107,0±3,9	31	120,6±5,6	<0,05
 8	31	75,1±3,9	31	97,4±6,0	<0,01
 9	31	89,5±3,0	31	103,6±3,8	<0,01
 10	31	46,7±1,83	31	57,2±3,2	<0,01
 11	31	52,8±1,6	31	63,0±3,1	<0,01

Таблица. 11. Расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

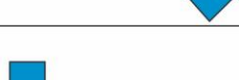
Композиционное положение тест-объектов	n	M $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	n	Ж $\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	P
 1	31	78,3±2,7	31	78,3±2,5	>0,05
 2	31	63,0±2,5	31	64,0±2,6	>0,05
 3	31	72,9±2,3	31	79,5±3,6	>0,05
 4	31	67,4±2,5	31	77,7±4,0	<0,05
 5	31	82,0±2,3	31	93,6±4,3	<0,02
 6	31	69,0±3,4	31	85,1±5,5	<0,02
 7	31	118,0±4,9	31	121,4±4,8	>0,05
 8	31	74,4±4,5	31	88,3±5,4	<0,05
 9	31	89,0±3,0	31	96,1±2,6	>0,05
 10	31	49,7±2,4	31	58,8±3,3	<0,05
 11	31	57,2±1,8	31	63,0±2,4	<0,05

Таблица. 12. Расстояние от точки равновесия композиций цветных элементов до левостороннего квадрата/Контрольная группа/

Номера цветов композиции	м					ж				
	n	$\bar{x}$	y	$m\bar{x}$	c%	n	$\bar{x}$	y	$m\bar{x}$	c%
20-23	41	75,1	3,3	0,5	17,0	73	73,8	9,4	1,0	12,87
15-31	41	78,1	9,8	1,5	12,5	73	76,3	13,7	1,1	17,9
40-46	41	73,4	10,7	1,6	14,5	73	75,2	12,5	1,4	16,6
45-5	41	73,39	10,45	1,63	14,23	73	71,7	12,53	1,46	12,46
45-33	41	72,14	11,69	1,82	16,0	73	72,16	12,46	1,45	17
33-5	41	72,21	7,9	1,24	11,0	73	77,38	7,54	0,9	10
11-9	41	73,17	9,9	1,55	14,0	73	73,23	9,5	1,12	13

Таблица. 13. Расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

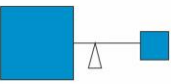
Тест-объект	площадь правостороннего элемента (мм ²)	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	P
	1600	29	251±6,0	
	2400	29	213±4,0	<0,01
	3200	29	180±3,5	<0,01
	4000	29	157±3,3	<0,01
	4800	29	133±3,0	<0,01
	5600	29	103±2,0	<0,01
	6400	29	80±1,0	<0,01

Таблица. 14. Расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

Тест-объект	площадь правостороннего элемента (мм ²)	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	P
	1600	24	243,2±5,0	
	2400	29	197,0±4,0	0,01
	3200	29	170±5,0	
	4000	29	143±2,5	0,01
	4800	29	124±2,5	0,01
	5600	29	109±2,0	0,01
	6400	29	83±0,9	0,01

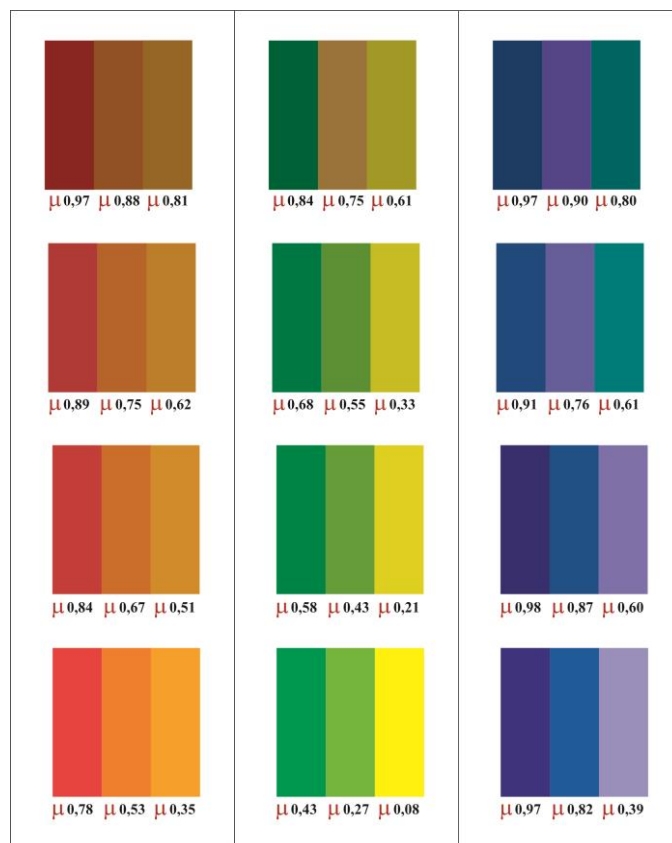
Таблица. 15. Результаты оценки расстояния от оси вращения до центров тяжести правосторонних фигур (мм.)

тест- объект	дни исследований									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№1	221±12	249±13	237±15	263±16	259±13	268±16	268±13	266±21	278±22	251±17
№2	119±10	211±17	202±11	231±128	230±7,8	226±12,8	229±12	230±14,7	222±16	220±11
№3	163±7,8	169±2,9	176±8,7	181±8,3	192±12	196±9,5	193±8,8	199±10	195±14,6	202±11,4
№4	140±6,0	149±11,4	154±7,4	163±7,6	169±10,8	176±10,8	170±8,6	170±7,4	169±15,9	167±9,8
№5	118±9,7	126±8,4	127±6,5	143±7,5	135±4,1	140±7,0	146±8,7	138±8,9	147±1,0	141±5,5
№6	100±48	107±6,5	112±5,7	111±5,8	96±4,8	109±5,1	100±5,3	111±4,4	112±5,8	109±4,4
№7	79±3,7	83±4,2	82±3,2	84±4,3	80±3,2	78±3,0	77±4,5	77±2,4	78±2,9	76±2,8
№1	219±15,4	234±20	229±12,4	241±9,9	242±12,8	246±10	258±16	250±14,3	250±23,9	253±25
№2	175±11	192±11	190±11	205±10	216±8,8	221±13,8	218±12	208±10	212±24	217±22
№3	156±8	157±8,1	165±4,6	165±8,8	177±8,0	195±11,6	188±17,8	191±16	190±15,3	184±18
№4	137±10	148±7,7	142±5,8	149±5,7	154±6,2	159±10	138±5,4	154±3,6	151±9,4	152±8,9
№5	120±7	116±9	119±9,0	130±8,5	121±5,5	126±6,0	130±7	131±5,5	141±7,9	133±7,0
№6	96±6,2	96±6,2	103±6,8	89±5,1	102±6,3	98±5,7	103±3,9	102±4,4	101±8,5	105±5,1
№7	76±26	81±2,7	79±1,8	81±4,2	81±4,4	83±2,8	81±3,7	83±2,3	83±2,8	80±2,2

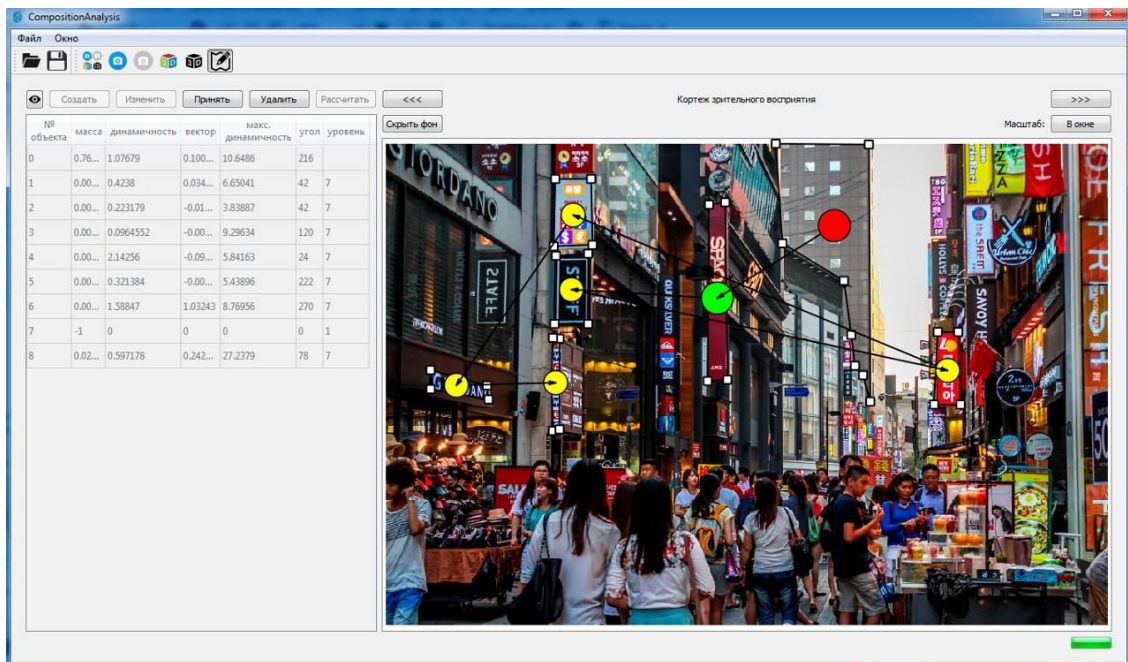
25  C 0 M 40 Y 100 K 45 μ 0,81	21  C 0 M 50 Y 80 K 0 μ 0,41	17  C 0 M 60 Y 100 K 45 μ 0,88	13  C 0 M 70 Y 65 K 0 μ 0,57	9  C 0 M 90 Y 80 K 45 μ 0,94	5  C 0 M 85 Y 70 K 0 μ 0,72	1  C 0 M 100 Y 100 K 45 μ 0,97
26  C 0 M 40 Y 100 K 25 μ 0,62	22  C 0 M 40 Y 60 K 0 μ 0,29	18  C 0 M 60 Y 100 K 25 μ 0,75	14  C 0 M 55 Y 50 K 0 μ 0,40	10  C 0 M 90 Y 80 K 25 μ 0,89	6  C 0 M 65 Y 50 K 0 μ 0,50	2  C 0 M 100 Y 100 K 25 μ 0,95
27  C 0 M 40 Y 100 K 15 μ 0,51	23  C 0 M 25 Y 40 K 0 μ 0,15	19  C 0 M 60 Y 100 K 15 μ 0,67	15  C 0 M 40 Y 35 K 0 μ 0,25	11  C 0 M 90 Y 80 K 15 μ 0,84	7  C 0 M 45 Y 30 K 0 μ 0,28	3  C 0 M 100 Y 100 K 15 μ 0,92
28  C 0 M 40 Y 100 K 0 μ 0,35	24  C 0 M 15 Y 20 K 0 μ 0,07	20  C 0 M 60 Y 100 K 0 μ 0,53	16  C 0 M 20 Y 20 K 0 μ 0,10	12  C 0 M 90 Y 80 K 0 μ 0,78	8  C 0 M 20 Y 10 K 0 μ 0,09	4  C 0 M 100 Y 100 K 0 μ 0,88

53  C 80 M 0 Y 75 K 0 μ 0,31	49  C 100 M 0 Y 90 K 45 μ 0,84	45  C 50 M 0 Y 80 K 0 μ 0,20	41  C 60 M 0 Y 100 K 45 μ 0,77	37  C 0 M 0 Y 80 K 0 μ 0,06	33  C 0 M 0 Y 100 K 45 μ 0,61	29  C 0 M 30 Y 80 K 45 μ 0,75
54  C 60 M 0 Y 55 K 0 μ 0,20	50  C 100 M 0 Y 90 K 25 μ 0,68	46  C 35 M 0 Y 60 K 0 μ 0,13	42  C 60 M 0 Y 100 K 25 μ 0,55	38  C 0 M 0 Y 60 K 0 μ 0,04	34  C 0 M 0 Y 100 K 25 μ 0,33	30  C 0 M 25 Y 60 K 0 μ 0,18
55  C 45 M 0 Y 35 K 0 μ 0,13	51  C 100 M 0 Y 90 K 15 μ 0,58	47  C 25 M 0 Y 40 K 0 μ 0,08	43  C 60 M 0 Y 100 K 15 μ 0,43	39  C 0 M 0 Y 40 K 0 μ 0,03	35  C 0 M 0 Y 100 K 15 μ 0,21	31  C 0 M 15 Y 40 K 0 μ 0,09
56  C 25 M 0 Y 20 K 0 μ 0,06	52  C 100 M 0 Y 90 K 0 μ 0,43	48  C 12 M 0 Y 20 K 0 μ 0,04	44  C 60 M 0 Y 100 K 0 μ 0,27	40  C 0 M 0 Y 25 K 0 μ 0,02	36  C 0 M 0 Y 100 K 0 μ 0,08	32  C 0 M 10 Y 20 K 0 μ 0,05

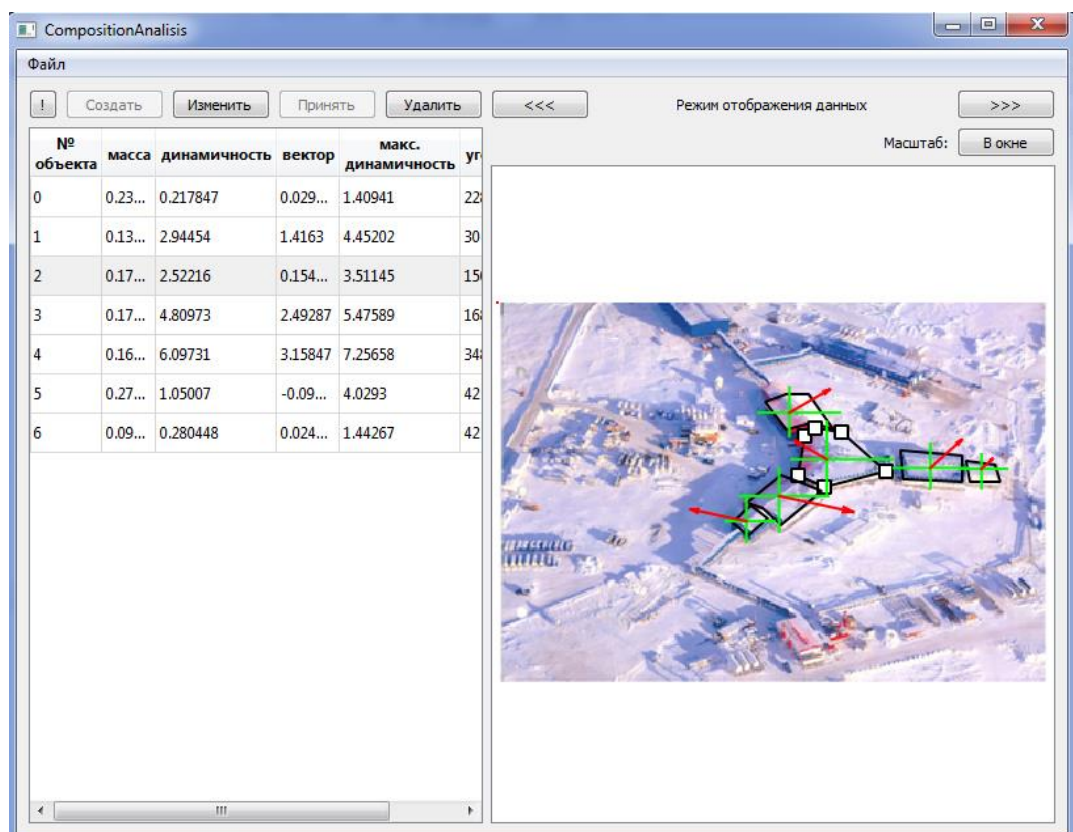
81 C 80 M 100 Y 0 K 45 μ 0,99	77 C 85 M 80 Y 0 K 0 μ 0,90	73 C 100 M 90 Y 0 K 45 μ 0,99	69 C 85 M 50 Y 0 K 0 μ 0,68	65 C 100 M 60 Y 0 K 45 μ 0,97	61 C 80 M 0 Y 30 K 0 μ 0,24	57 C 100 M 0 Y 40 K 45 μ 0,80
82 C 80 M 100 Y 0 K 25 μ 0,97	78 C 75 M 65 Y 0 K 0 μ 0,76	74 C 100 M 90 Y 0 K 25 μ 0,97	70 C 65 M 40 Y 0 K 0 μ 0,48	66 C 100 M 60 Y 0 K 25 μ 0,91	62 C 60 M 0 Y 25 K 0 μ 0,17	58 C 100 M 0 Y 40 K 25 μ 0,61
83 C 80 M 100 Y 0 K 15 μ 0,98	79 C 60 M 55 Y 0 K 0 μ 0,60	75 C 100 M 90 Y 0 K 15 μ 0,98	71 C 50 M 25 Y 0 K 0 μ 0,27	67 C 100 M 60 Y 0 K 15 μ 0,87	63 C 45 M 0 Y 20 K 0 μ 0,11	59 C 100 M 0 Y 40 K 15 μ 0,50
84 C 80 M 100 Y 0 K 0 μ 0,97	80 C 45 M 40 Y 0 K 0 μ 0,39	76 C 100 M 90 Y 0 K 0 μ 0,97	72 C 30 M 15 Y 0 K 0 μ 0,13	68 C 100 M 60 Y 0 K 0 μ 0,82	64 C 25 M 0 Y 10 K 0 μ 0,06	60 C 100 M 0 Y 40 K 0 μ 0,34



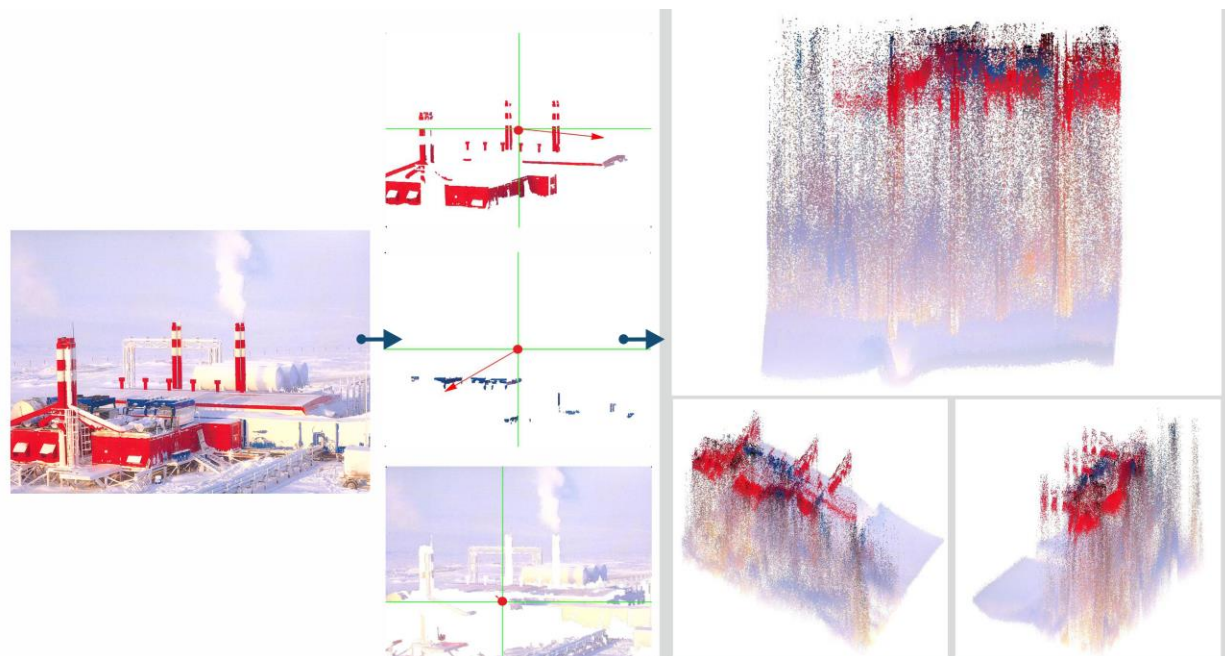
Илл. 4. Расчёт визуальной массы цветных эталонов с помощью компьютерной программы «Анализатор – М». Полученные цветовые сочетания на основе визуальной массы



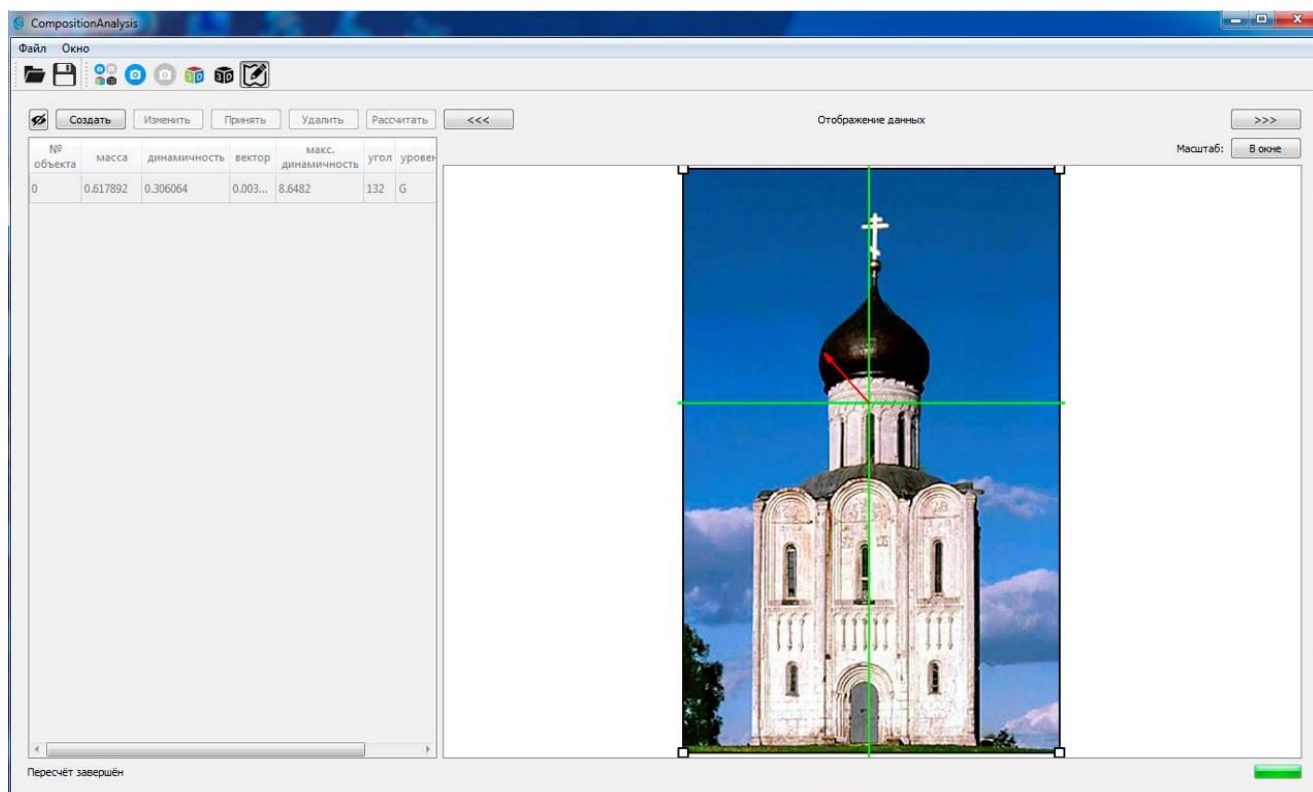
Илл. 5. Компьютерный анализ изображения в соответствии со стратегией переключения внимания от элементов с большей массой к элементам с меньшими массами (программа «Анализатор – М»)

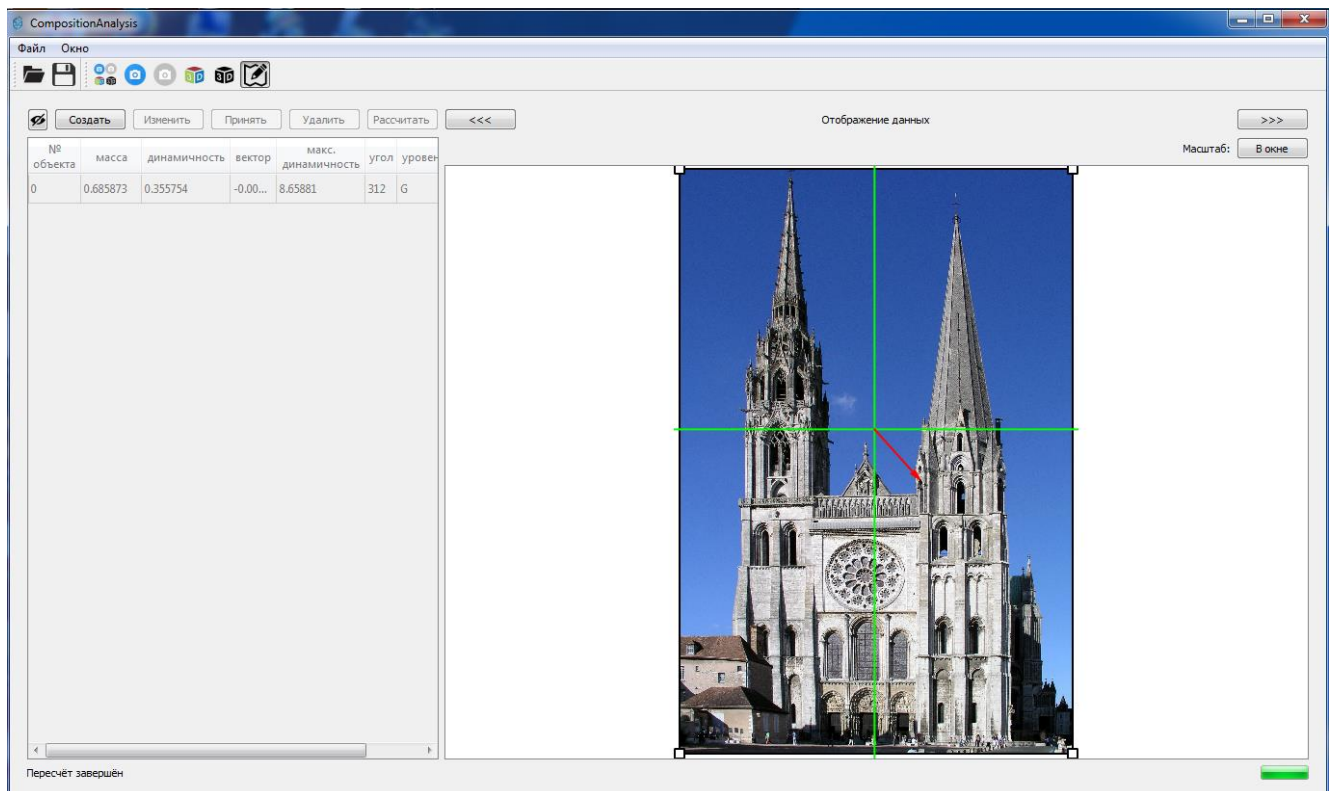
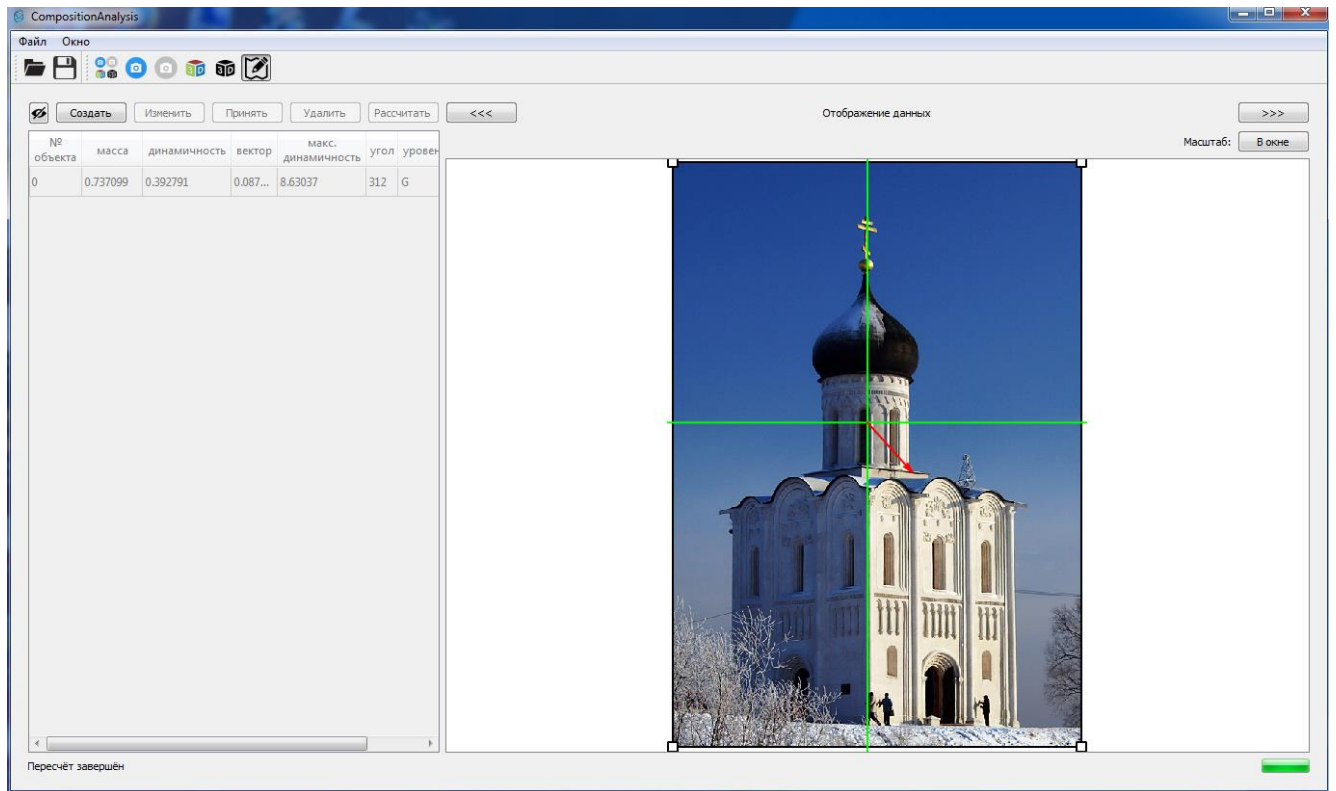


Илл. 6. Автоматическое ранжирование элементов изображения Арктической среды по уровням (программа «Анализатор – М»)

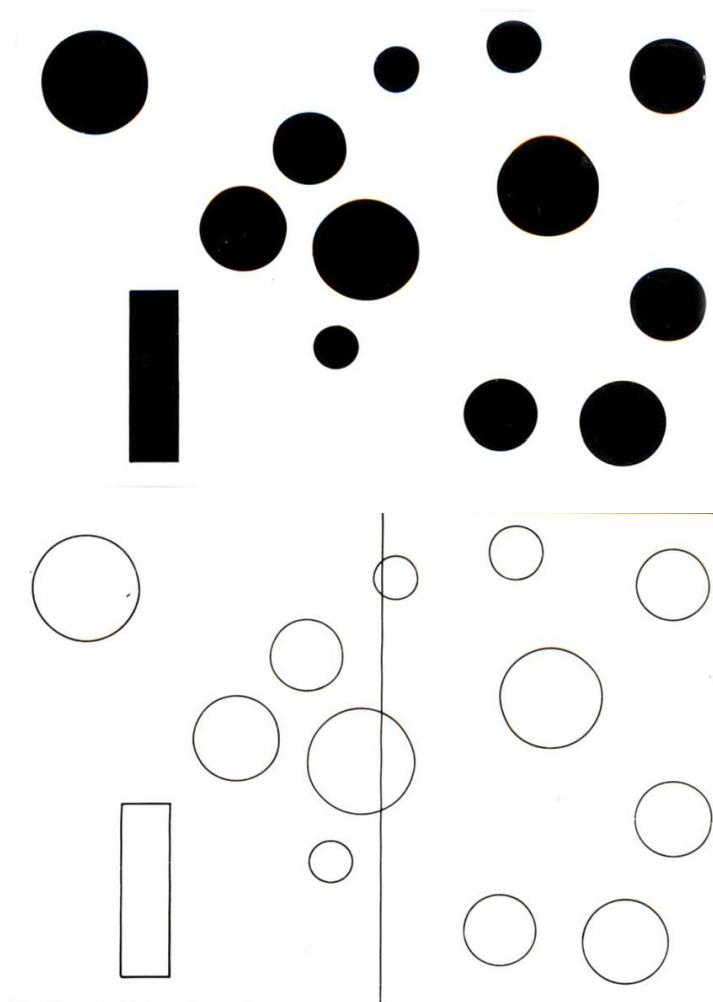


Илл. 7. Результат компьютерного анализа масс кластеров Арктической среды с показом трехмерной картины весомости пикселей (программа «Анализатор – М»)

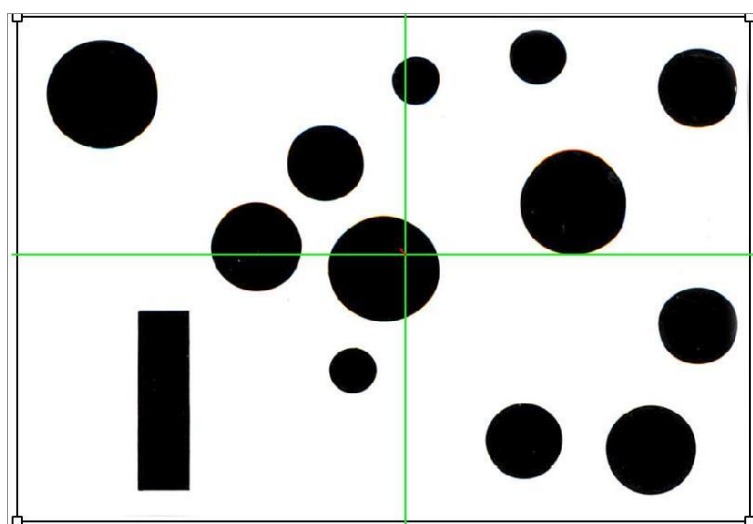




Илл. 8. Определение направления главной динамической оси архитектурных сооружений при помощи компьютерной программы «Анализатор-М»



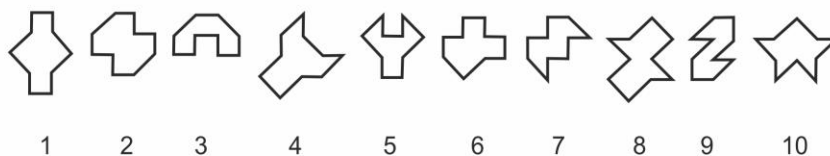
Илл. 9. Рис. 3.24. Примеры определения оси баланса масс испытуемыми из контрольной группы



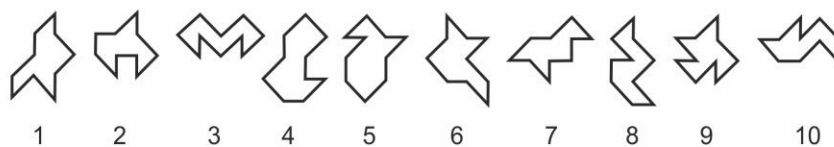
Илл. 10. Пример расчетов местоположения осей баланса масс на фоне ответов испытуемых (программа «Анализатор – М»)

ПРИЛОЖЕНИЕ С.

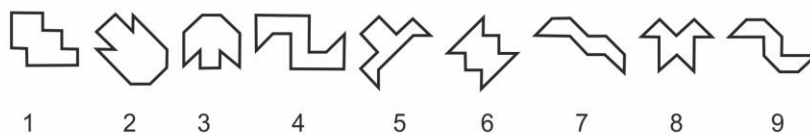
ТЕСТ №1 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



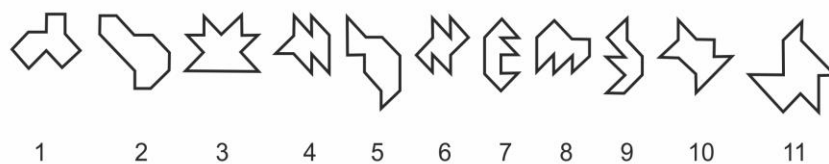
ТЕСТ №2 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



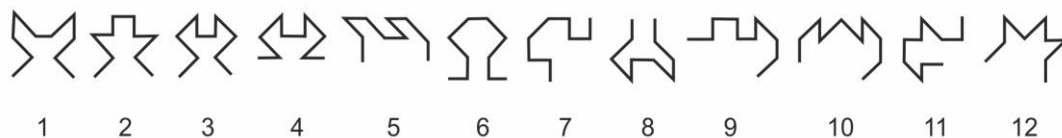
ТЕСТ №3 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



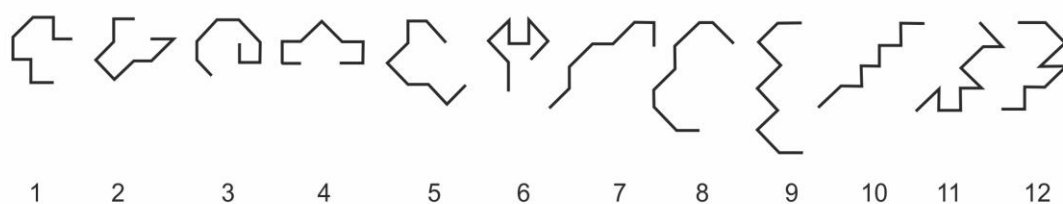
ТЕСТ №4 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



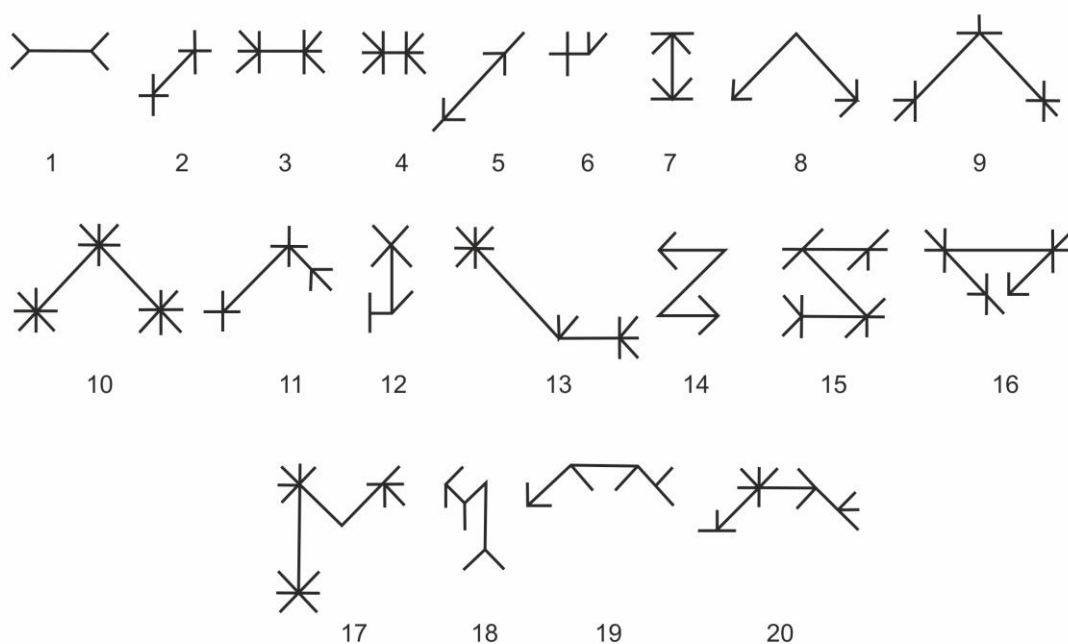
ТЕСТ №5 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



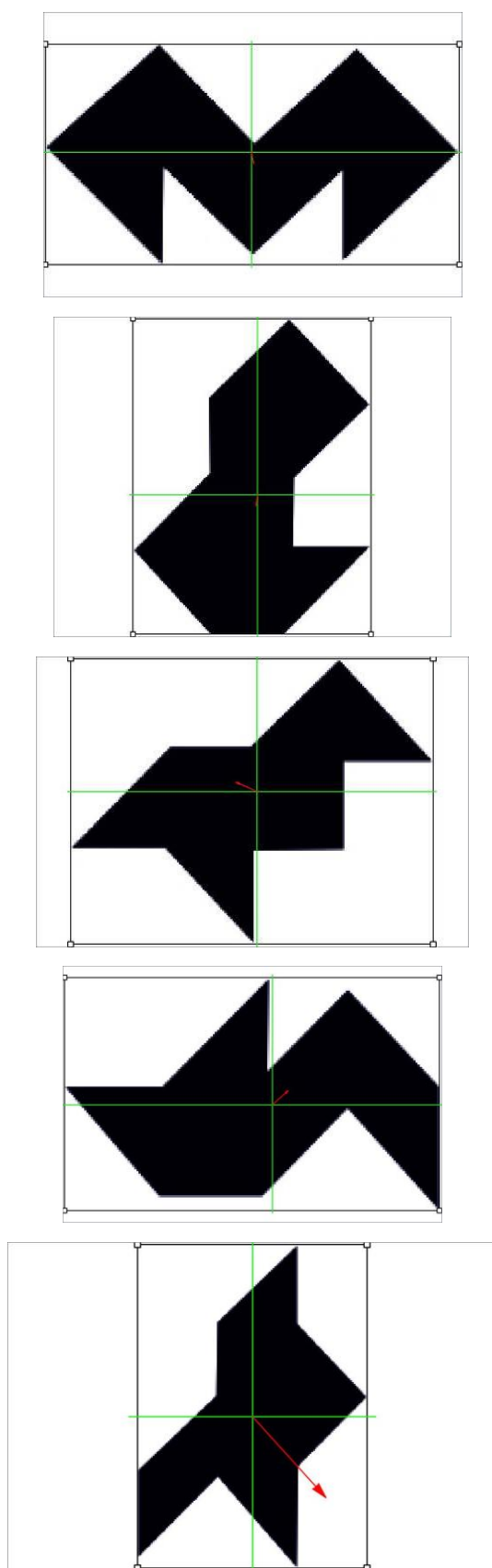
ТЕСТ №6 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



ТЕСТ №7 Ранжировать элементы в порядке увеличения сложности структуры изображений



Илл. 11. Тестовые задания на сложность структуры изображений



Илл. 12. Компьютерный расчет степеней динамичности углов тестовых фигур