

На правах рукописи

**ЧУПРАКОВ КОНСТАНТИН ГРИГОРЬЕВИЧ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ  
ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА**

Специальность: 05.13.17 - Теоретические основы информатики

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва – 2010

Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук Институт проблем информатики РАН

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор  
Зацаринный Александр Алексеевич

Официальные оппоненты — доктор технических наук,  
Сучков Александр Павлович  
кандидат технических наук  
Фролов Дмитрий Михайлович

Ведущая организация — СпИИ РАН

Защита диссертации состоится 17 ноября 2010 года в \_\_\_\_\_ часов \_\_\_\_\_ мин. на заседании диссертационного совета Д002.073.01 при Учреждении Российской академии наук Институт проблем информатики РАН по адресу: 119333, Москва, ул. Вавилова, 44, корп. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Учреждения Российской академии наук Институт проблем информатики РАН.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д002.073.01  
доктор технических наук, профессор \_\_\_\_\_ Гринченко С.Н.

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** Ситуационные центры становятся все более востребованным инструментом управления в государственных структурах, крупных корпорациях и промышленных предприятиях. Бурное развитие информатики и информационных технологий в нашей стране привело к созданию десятков ситуационных центров. Однако многие вопросы их создания остаются открытыми, в том числе и вопросы построения систем отображения информации как необходимого компонента любого ситуационного центра, реализующего связь между информационно-аналитической системой и лицами, принимающими решение. С одной стороны, выбор средств отображения сводится либо к наиболее доступным системам, либо к наиболее дорогому и функциональному продукту без поиска, как правило, оптимального или хотя бы рационального решения. С другой стороны, существует проблема с обеспечением необходимых условий для наблюдения должностным лицам, которая состоит в размещении их рабочих мест относительно экрана. Таким образом, опыт создания ситуационных центров в государственных структурах и крупных компаниях указывает на необходимость совершенствования методов построения систем отображения информации.

Проблема построения систем отображения информации для ситуационного центра — сложная и комплексная задача, требующая системного подхода. Ее решение затрудняется следующими факторами:

- большое количество ограничений в проблеме выбора;
- нечеткость формулировок ограничений и определения ситуационного центра, неполнота информации;
- критичность требований к системам отображения информации в ситуационном центре, следующая из критичности приложений;
- большое число функциональных задач, решаемых ситуационным центром и системами отображения информации;
- развитие ограничений во времени;
- развитие и совершенствование организационных процедур;
- отсутствие единообразия восприятия визуальной информации людьми;
- большое количество альтернатив выбора, в том числе и технологий;
- развитие и совершенствование технологий.

Еще одним фактором, влияющим на актуальность исследований, служит относительно небольшой объем публикаций и теоретических работ, посвященных построению систем отображения информации в ситуационных

центрах. При этом можно выделить два вполне отдельных направления этих трудов: часть посвящена технологиям визуализации и построения моделей отображаемого контента в ситуационном центре, а другая часть — общим возможностям средств отображения информации, их ключевым характеристикам. Таким образом, существует необходимость разработки теоретической базы, которая бы позволила соединить эти две отдельные ветви исследований для построения систем отображения в ситуационных центрах с учетом, как специфики их приложений, так и возможностей средств отображения информации.

С учетом приведенных факторов, тема диссертационной работы, направленной на обоснование и разработку методов, обеспечивающих выбор основных системотехнических и технологических решений, а также выбор оборудования для построения систем отображения на основе требований, предъявляемых к ситуационным центрам, и особенностей их функционирования, является **актуальной**.

**Объектом диссертационного исследования** являются системы отображения информации в ситуационных центрах.

**Предметом исследования в диссертации** являются системотехнические вопросы построения систем отображения информации в ситуационных центрах.

**Целью** диссертационной работы является анализ, обоснование и разработка комплекса взаимоувязанных методов, направленных на системное решение задач по построению систем отображения информации в ситуационном центре с учетом как особенностей и возможностей средств отображения информации, так и специфики функционирования ситуационных центров.

Для достижения поставленной цели диссертационного исследования решены следующие **научные задачи**:

- обоснование требований к построению систем отображения информации на основе анализа основных особенностей ситуационных центров;
- разработка комплекса взаимоувязанных методов и методик, обеспечивающих многокритериальный выбор технологий, систем отображения, и параметров оборудования для их реализации;
- обоснование практических рекомендаций по построению системы отображения информации в ситуационном центре с учетом совокупности исходных данных и требований, возможностей средств и технологий отображения информации, на основании разработанного комплекса взаимоувязанных методов и методик.

**Методы исследования.** Диссертационное исследование базируется на методах системного анализа, исследования операций, дедуктивной логики, теории вероятностей, комбинаторной и аналитической геометрии, компьютерной алгебры.

**Научная новизна** диссертационного исследования определяется следующими результатами:

- разработан метод выбора технологий и оборудования, обеспечивающий выбор технологий и оборудования в условиях неполноты информации и возможных корректировок перечней условий и требований;
- предложен методический подход к обоснованию параметров системы отображения информации на основании ее функционального строения, обеспечивающий системный анализ характеристик системы отображения, важных на момент проектирования, инсталляции, эксплуатации, сервисного обслуживания и модернизации;
- получены аналитические зависимости для определения основных параметров системы отображения информации при наличии ограничений со стороны помещения, количества наблюдателей с помощью эргономических рекомендаций, содержащихся в нормативно-технических документах, результатов комбинаторной и аналитической геометрии.

**Достоверность результатов**, полученных в диссертации, подтверждается корректным выбором математического аппарата, адекватным использованием методов системного анализа, исследования операций, дедуктивной логики, а также результатами практического внедрения при создании ситуационных центров.

**Личный вклад.** Диссертационные исследования выполнены автором самостоятельно с учетом замечаний и рекомендаций научного руководителя.

**Практическая значимость** результатов диссертационного исследования определяется возможностью применения разработанного комплекса взаимосвязанных методов к построению систем отображения информации в ситуационных центрах в различных отраслях экономики. Разработанный метод выбора на базе схемы симплификации и его основные идеи могут быть использованы для решения широкого круга задач, связанных с многокритериальным выбором.

**Результаты диссертационной работы** реализованы:

- при построении систем отображения информации в системе ситуационных центров МГИМО;
- при построении аудиовизуальных комплексов для переговорных, залов совещаний, залов заседаний компанией «Делайт 2000».

**Апробация основных результатов** диссертационной работы выполнена в рамках:

- научно-технического семинара в ИПИ РАН;
- доклада «Методические подходы к обоснованию решений по размещению средств отображения информации в ситуационном центре», XXXVII международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (IT + S&E`10);
- доклада «Метод выбора технологий и системотехнических решений на основе схем симплификации», XXXVII международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (IT + S&E`10);
- доклада «Метод выбора на основе схем симплификаций для решения проблем многокритериального выбора в условиях неполноты информации и возможных корректировок условия задачи», межрегиональная конференция «Модели и технологии интеллектуальной поддержки решений при управлении проектами Москвы», Москва, декабрь 2009;
- доклада «Методический подход к обоснованию количества рабочих мест и их расположения при работе с коллективным экраном и наличии ограничений со стороны помещения и отображаемого материала», «Системы организационного поведения. Первая Всероссийская НТК», Москва, сентябрь 2009;
- доклада «Методический подход к обоснованию перечней требований при построении систем отображения информации в ситуационных центрах», межрегиональная конференция «Проблемы управления, информатизации и моделирования», Москва, апрель 2010.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

- методика обоснования параметров системы отображения информации на основании ее функционального устройства, важных

при проектировании, инсталляции, эксплуатации, сервисном обслуживании и модернизации;

- методика обоснования требований к системам отображения информации для ситуационного центра, обеспечивающая подготовку перечней требований, необходимых для решения проблемы выбора технологии и оборудования;
- метод определения значений основных параметров системы «экран, помещение, наблюдатели» на основании разработанных аналитических зависимостей между параметрами этой системы;
- метод выбора на базе схемы симплификации, позволяющий осуществить выбор технологии и оборудования в условиях неполноты информации о требованиях и альтернативах.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано семь научных статей, в том числе две из перечня изданий, рекомендованных ВАК России.

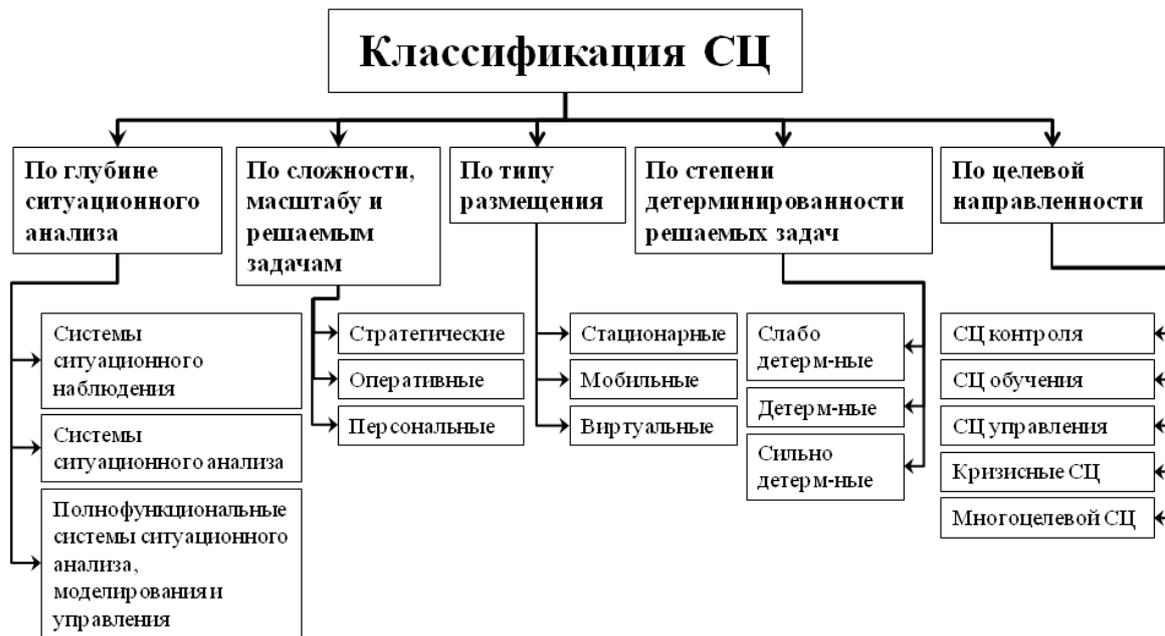
**Структура и объем работы.** Работа оформлена в составе введения, трех глав, заключения, библиографического списка и шести приложений. Объем работы 214 стр., включая 37 иллюстраций на 23 стр., 6 таблиц на 7 стр., 6 приложений на 45 стр. Библиографический список состоит из 126 наименований на 9 стр.

## **Содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность исследований диссертационной работы, представлены положения, характеризующие новизну, практическую значимость, личный вклад автора, достоверность результатов. Кроме того, сформулированы основные цели и задачи исследования.

**В первой главе** проводится анализ предметной области, а именно вопросов построения систем отображения информации в ситуационном центре. Этот анализ базируется на исследованиях сущности ситуационного управления и его особенностей с точки зрения информации и схем ее обработки. Гибкость управления, обеспечиваемая ситуационным подходом к управлению, влечет за собой необходимость получения, переработки и отображения значительных объемов разнородной информации. Поэтому создание ситуационного центра требует использования самых современных методов сбора, обработки, анализа и отображения информации, а также технологических и технических средств, поддерживающих выполнение функциональных задач.

В отсутствие общепринятого подхода к определению ситуационного центра необходим анализ этого понятия и выделения его практических особенностей, которые могут повлиять на исследования по созданию ситуационных центров и систем отображения в них. В рамках исследований автором предложен подход к определению ситуационного центра как объекта, имеющего разные представления с нескольких точек зрения. Такой же подход используется при определении таких сущностей, как «информатика» или «философия». Этот подход обусловлен большим числом существующих определений ситуационного центра, обусловленным разнообразным опытом определяющих его субъектов.



**Рис. 1.** Классификации ситуационных центров

Проведенное исследование практических реализаций ситуационных центров в части систем отображения информации включает в себя анализ существующих классификаций ситуационных центров (рис. 1) и опыта создания ситуационных центров в государственных структурах и крупных корпорациях. Рассмотрены лишь те классификации, которые имеют отношение к системам отображения информации и не ограничивают использование визуализирующих технологий.

Анализ опыта создания ситуационных центров выделяет, во-первых, важность вопросов взаимной интеграции информационно-аналитической системы ситуационного центра с его организационной структурой. Это связано с тем, что ситуационный центр не является самостоятельным инструментом и может лишь предложить варианты решения проблемы. Кроме того,

ситуационные центры создаются для конкретных лиц, принимающих решение, имеющих собственные привычки и представления о том, как должно приниматься решения. Во-вторых, подчеркивается критичность требований, которые возникают к техническому компоненту ситуационного центра по причине критичности его приложений. Выход оборудования из строя может лишить возможности принимать решения, особенно в условиях кризисной ситуации. В-третьих, формулируется условие неполноты информации при создании систем отображения информации, что должно быть учтено при ее проектировании.

На основании проведенного анализа предметной области обосновывается формализованная задача построения системы отображения информации в ситуационном центре как задача сбора и переработки информации, включающая в себя несколько этапов (рис. 2).



**Рис. 2.** Формализованная задача построения системы отображения информации в ситуационном центре

На основании формализованной задачи построения системы отображения информации в ситуационном центре складываются цели и задачи исследования.

**Во второй главе** формируется комплекс взаимоувязанных методов, позволяющих обеспечить решение задач, выделенных на схеме (рис. 2). Структура главы повторяет перечень пунктов, представленных на этой схеме.

На основании функционального устройства системы отображения информации предложен метод обоснования перечня параметров, которые

важны с пользовательской точки зрения и влияют на процессы проектирования, инсталляции, эксплуатации, сервисного отображения и модернизации. Анализ функционального устройства системы отображения информации предложен в приложении к диссертации и основывается на существующих средствах отображения информации, используемых в ситуационных центрах.



**Рис. 3.** Требования к системе отображения информации в ситуационном центре

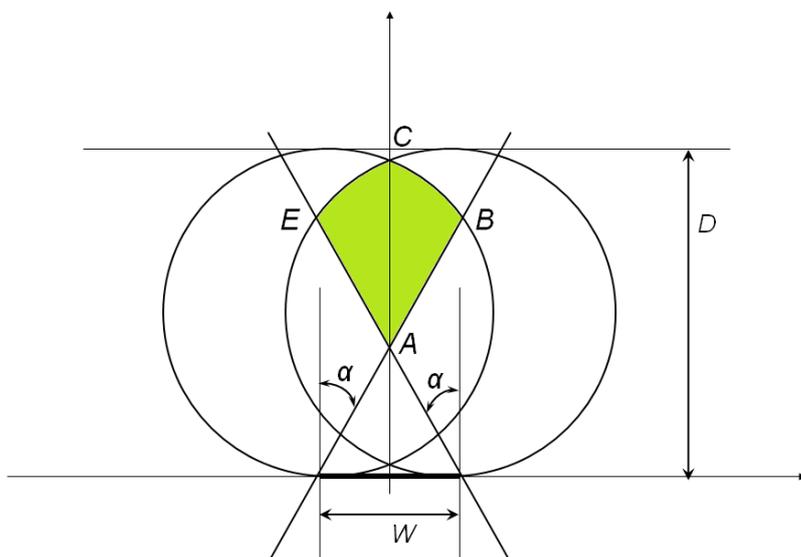
При помощи сформированного перечня параметров и структурно-функционального представления ситуационного центра обосновывается метод построения и обоснования перечня требований к системе отображения информации в ситуационном центре. Все требования делятся на четыре группы: эргономические, функциональные, системотехнические и экономико-правовые (рис. 3). Важно, что процесс обоснования требований может как расширить, так и сузить перечень используемых параметров системы отображения информации.

Как было выделено в актуальности исследования, одной из важных и не оптимально решаемых задач при построении систем отображения является проектирование рабочего пространства и определение необходимых размеров экрана с учетом количества наблюдателей, размеров помещения, отображаемого контента. Часто рабочие места располагаются в неудобном для наблюдения месте относительно экрана: либо слишком близко, либо слишком далеко, либо под слишком острым углом к поверхности экрана.

Для решения этой задачи разработан метод установления аналитических зависимостей, связывающих между собой параметры: размеры и разрешение экрана, количество рабочих мест, диаметр помещения, информативность отображаемого контента.

Базой для этих зависимостей служат численные рекомендации нормативно-технических документов, а также результаты аналитической и комбинаторной геометрии. Полученные зависимости позволяют определить

неизвестные параметры системы «экран, наблюдатели, помещение» из известных параметров этой же системы. На основании этих зависимостей построены таблицы, которые позволяют производить оценку необходимых параметров. Эти таблицы приведены в приложении к диссертации.



**Рис. 4.** Область наилучшего наблюдения

Суть разработанного метода оценки параметров заключается в построении области наилучшего наблюдения для экрана и вычислении ее площади, формы и размеров с учетом ограничений параметров наблюдения, заданных в нормативно-технических документах. В диссертации показано, что область наилучшего наблюдения представляется в виде замкнутой фигуры в пересечении двух кругов и внутри угла между двумя прямыми (рис. 4). Под областью наилучшего наблюдения подразумевается область в пространстве, удовлетворяющая нормативно-техническим документам. Далее используется представление области наилучшего наблюдения в координатной плоскости, где середина экрана совпадает с началом координат, ось абсцисс параллельна плоскости экрана, а ось ординат параллельна оси симметрии экрана. Методами аналитической геометрии вычисляются координаты точек А, В, С и Е, которые описывают область наилучшего наблюдения.

Пусть  $W$  — ширина экрана,  $D$  — проектное расстояние наблюдения,  $\alpha$  — угол наблюдения,  $P$  — диаметр помещения,  $I$  — информативность контента,  $N$  — количество рабочих мест. В этих обозначениях получены следующие аналитические зависимости:

- площади области наилучшего наблюдения

$$S_{\text{ОИИ}} = F(W, D, \alpha) = \frac{1}{4}(D \sin 2\alpha - W)(D - W \operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{D^2 - W^2}) \quad (1);$$

- максимальной площади наилучшего наблюдения при ограничениях со стороны помещения (рис. 5)

$$S_{\max} = F(P, \alpha, I) = \frac{P^2}{2} \left( \sin 2\alpha - \frac{\sqrt{I}}{193} \right) \left( 1 - \frac{\operatorname{ctg} \alpha \cdot \sqrt{I}}{193} + \sqrt{1 - \frac{I}{193^2}} \right) \quad (2);$$

- максимального количества рабочих мест при ограничении со стороны помещения (рис. 6)

$$N = F(P, \alpha, I) = 0,44 \cdot S_{\max} + \frac{P}{3,6} \left( \frac{193 \sin 2\alpha - \sqrt{I}}{193 \sin \alpha} + 2\alpha - \arcsin \frac{\sqrt{I}}{193} \right) + 1 \quad (3);$$

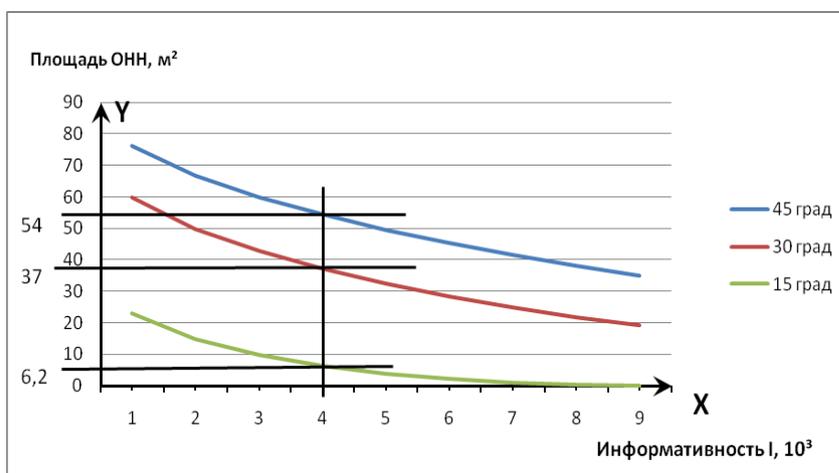
- минимальной необходимой ширины экрана при наличии ограничений со стороны помещения

$$W_{\min} = F(P, I) = P \cdot C \geq P \cdot C_{\min} = \frac{P \sqrt{I}}{193} \quad (4);$$

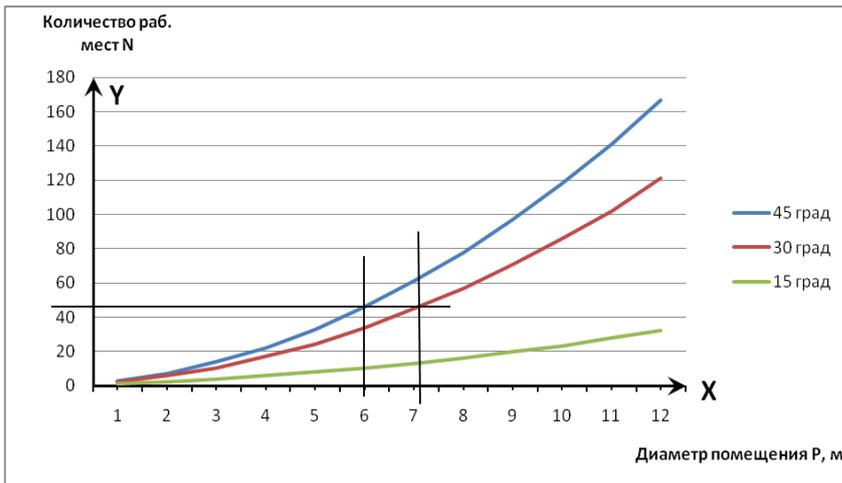
- минимальной необходимой ширины экрана при отсутствии ограничений со стороны помещения и наличии ограничений со стороны количества наблюдателей (рис. 7)

$$W_{\min} = F(I, \alpha, N) = 2 \sqrt{\frac{1,94 \cdot I \cdot (N - 2)}{(193 \sin 2\alpha - \sqrt{I})(193 - \sqrt{I} \cdot \operatorname{ctg} \alpha + \sqrt{193^2 - I})}} \quad (5).$$

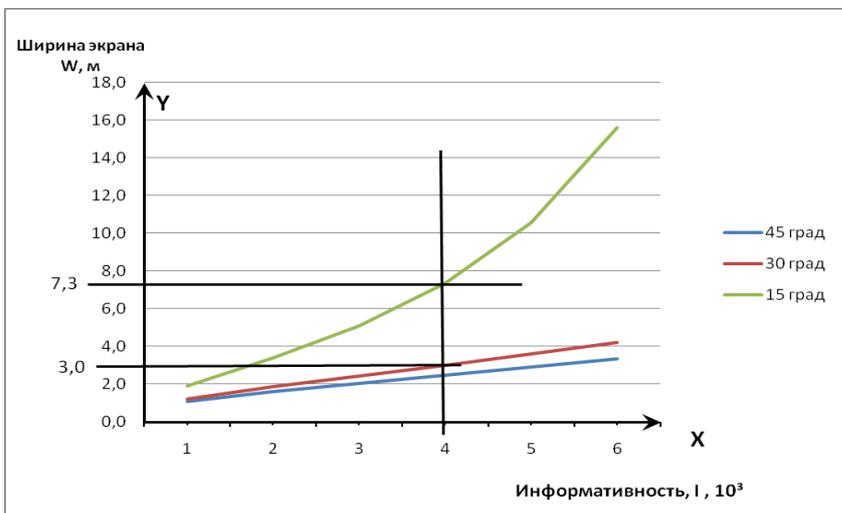
В диссертации выполнен качественный анализ этих соотношений. Благодаря полученным зависимостям обосновываются необходимые значения параметров рабочего пространства системы отображения информации. Эти значения могут служить отправной точкой для их дальнейшего изменения в сторону, нужную для особенностей инсталляции, например, за счет ухудшения условий наблюдения. В этом случае подобные корректировки могут быть проконтролированы с помощью сравнения с условиями «наилучшего наблюдения» на основе полученных в диссертации аналитических зависимостей.



**Рис. 5.** Площадь ОНН в зависимости от информативности I при P=10 м и различных значениях угла α



**Рис. 6.** Максимальное количество рабочих мест в зависимости от диаметра помещения R при  $I=3000$  и различных значениях угла  $\alpha$



**Рис. 7.** Минимальная ширина экрана W в зависимости от информативности I при  $N=10$  и при различных значениях угла  $\alpha$

Второй ключевой задачей при построении системы отображения информации является выбор технологии средств отображения и системотехнических решений. На практике чаще встречается обоснование выбранного по неформализованным критериям решения, а не полноценный выбор, направленный на получение оптимального с точки зрения критерия эффективности системотехнического решения. Решение задачи выбора представлено в диссертации в виде следующей совокупности шагов.

1. Анализ особенностей системы ценностей и ее внутренних связей, реализующих критерий эффективности.
2. Анализ рациональности и ее базовых аксиом. Выбор базовой аксиомы для выбора оборудования с учетом специфики ситуационных центров.
3. Анализ задачи многокритериального выбора оборудования в условиях ситуационного центра.

4. Анализ существующих методов выбора. Оценка их применимости к выбору оборудования. Составление перечня требований к разрабатываемому методу выбора.
5. Разработка **нового метода выбора** с учетом составленного на предыдущем шаге перечня требований к методу, его математическое обоснование. Приложение общетеоретических моделей к задаче выбора. Формальная структура нового метода выбора и его сравнение с существующими методами выбора.

Система ценностей субъекта выбора служит базой для построения критериев эффективности. Основным затруднением в этом процессе становится взаимоувязка между собой компонентов системы ценностей. В этом случае происходит либо формирование таких связей на основании опыта, убеждений, условий задачи, либо необходимо принять решение о невозможности сравнения некоторых компонентов системы ценностей при решении данной задачи.

Выполненный в диссертации анализ понятия системы ценностей формулирует ее три основные особенности:

- нелинейный (логарифмический) характер;
- локальный характер, являющийся проекцией глобальной системы ценностей на локальные условия при выборе;
- частичная связность (наличие отдельных трудно связываемых между собой компонентов).

Проведенные исследования применения понятия «рациональность» к решению проблемы выбора показывают слабость аксиомы «наилучшего элемента», позволяющей выделить единственный, наиболее эффективный вариант, но лишь в условиях доступности всей необходимой информации. Поэтому для решения проблемы выбора оборудования и разработки нового метода предлагается использовать аксиому рациональности «нехудшего элемента», которая позволяет сужать круг выбора на основании лишь одного негативного факта об одной или нескольких альтернативах. Такой метод является более эффективным и с точки зрения обработки информации. Кроме того, аксиома нехудшего элемента позволяет повысить внимание к слабым местам альтернатив, что важно в условиях критичности требований в ситуационном центре.

Анализ проблемы выбора оборудования и системотехнических решений показывает, что эта задача, во-первых, является в достаточной мере объективной по причине наличия большого числа параметров, измерение которых регламентируется нормативно-техническими документами. Во-вторых, проблема выбора оборудования **не является задачей ранжирования** и

не требует определения порядка на множестве худших альтернатив, что, по логике вещей, должно делать ее проще, чем задачу ранжирования.

На основании проведенных исследований понятий рациональности и системы ценностей сделан вывод, что формирование критериев эффективности для решения проблемы выбора оборудования или системотехнических решений должно опираться на некоторую локальную область связности в системе ценностей. А в условиях критичности требований к техническому компоненту ситуационного центра и, в частности, к системам отображения информации первичным критерием должно быть безусловное соответствие выбранной альтернативы построенному перечню требований.

Анализ существующих методов решения проблемы выбора показывает их следующие особенности:

- предполагают полноту информации о критериях и альтернативах;
- не предполагают корректировки условий задачи с учетом возникающих и усиливающихся требований;
- склонны к слабостям использования численного аппарата:
  - проблема выбора весов для параметров;
  - проблема нормирования.
- решают избыточную задачу ранжирования, а не выбора;
- результат базируется на положительных сторонах альтернатив, серьезные недостатки могут быть потеряны в массе положительных качеств.

С учетом проведенного анализа рациональности, системы ценностей, задачи выбора оборудования, недостатков существующих методов производится разработка нового метода многокритериального выбора системотехнических решений и технологий. В рамках разработки для обоснования нового метода используется математический аппарат, применяемый в компьютерной алгебре при решении проблем, связанных с символьными выражениями. Рассматривается понятие схемы симплификации как общетеоретическая схема решения задач упрощения. Схема симплификации представляет собой тройку  $(A, \sim, R)$ , где  $A$  — частично упорядоченное множество, « $\sim$ » — отношение эквивалентности на множестве  $A$ ,  $R$  — множество симплификаторов, действующих на множестве  $A$ . Каждый симплификатор из множества  $R$  может переводить любой элемент из  $A$  в эквивалентный и более простой в смысле действующего на  $A$  частичного порядка, либо оставлять элемент на месте. Множества  $A$  и  $R$  в общем случае могут быть бесконечными.

**Принципиально новым подходом к решению проблемы выбора является ее представление в качестве схемы симплификации. В качестве**

основного множества  $A$  рассматривается множество подмножеств альтернатив, в качестве отношения эквивалентности — идентичность решения проблемы выбора для двух подмножеств альтернатив, а в качестве множества симплификаторов — множества условий и требований. В этих определениях сформулированы условия, которые достаточны для замкнутости этой схемы симплификации, а именно **попарная независимость** симплификаторов.

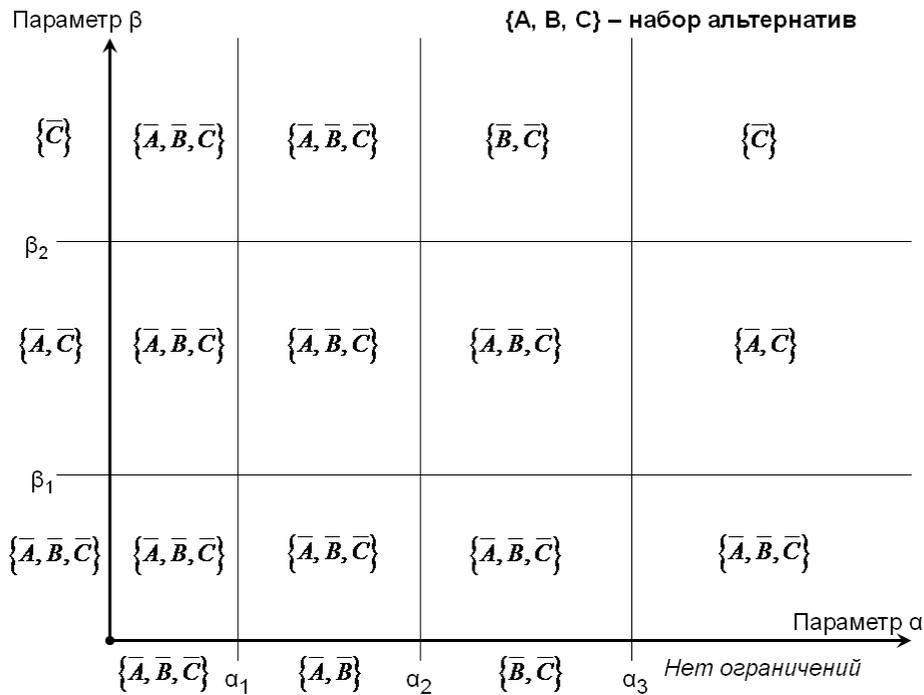


Рис. 8. Практическая реализация метода выбора на основе схем симплификаций

На базе математического обоснования, сформулированных подходов к определению критериев эффективности, разрабатывается практическая конструкция метода выбора оборудования на основе схемы симплификации. В методе используется анализ негативной информации, что позволяет ему быть использованным и в условиях неполноты информации (рис. 8). В практической реализации общей схемы метода выбора оборудования на основе схемы симплификации в качестве первичного критерия предлагается критерий соответствия требования условиям задачи, а в качестве вторичного критерия — область связности системы ценностей, к которой принадлежит параметр совокупной стоимости владения с учетом поломок.

Формальным образом метод может быть представлен в качестве следующей последовательности шагов. При этом подразумевается, что предварительно сформирован перечень попарно независимых требований и перечень альтернатив.

1. Построение пространства требований на основании обоснованных перечней параметров к технологии или системотехническому решению. Каждой точке пространства сопоставляется некоторое формальное условие задачи по выбору оборудования.
2. Разбиение построенного пространства требований на области, в которых множество решений из общего списка альтернатив остается неизменным внутри каждой области. Для этого производится последовательное построение областей для каждого отдельного параметра и соединение результатов в едином пространстве (рис. 8). Визуализация такого пространства может быть сделана в виде таблицы.
3. Погружение требований исходной задачи в пространство требований, определение области, в которую попала текущая задача и ее ранга  $\chi$  — количества альтернатив, которые удовлетворяют условиям задачи в этой области.
4. В зависимости от ранга области  $\chi$ , куда попала текущая задача, произвести анализ условия задачи с точки зрения необходимости расширения перечня альтернатив, усиления требований, расширения перечня требований. В результате может быть осуществлен переход задачи из одного состояния в другое, расширение перечня альтернатив, отказ от решения задачи в данных условиях. Данный шаг может иметь итерационный характер. Выходом из этого шага могут быть 3 условия:
  - отсутствие альтернатив (ранг области, куда попала задача  $\chi=0$ );
  - необоснованность расширения перечня требований или их усиления (и  $\chi > 1$ );
  - текущая постановка задачи находится в области с рангом  $\chi=1$  (целевое значение).
5. В случае если окончание анализа на предыдущем шаге закончилось с положением задачи в области с рангом  $\chi > 1$ , то необходимо использовать вторичный критерий, опирающийся на некоторую область связности системы ценностей. Например, может быть использована область связности системы ценностей, к которой принадлежит совокупная стоимость владения с учетом поломок. К этой же области связности могут быть присоединены организационные, временные, пространственные ресурсы за счет объективной ценности тех или иных ресурсов.

Выполненный сравнительный анализ разработанного метода выбора на основе схемы симплификаций с существующими методами выбора показывает его уникальные преимущества и возможности для решения не только проблем выбора, но и задач, связанных с оптимизацией деятельности проектных

организаций. Важно, что разработанный метод учитывает все слабости существующих методов выбора, сформулированные ранее.

Разработанный метод выбора на основе схем симплификаций предлагается применить к выбору как технологии, так и системотехнических решений. Эти задачи отличаются перечнями симплификаторов, участвующих в решении проблемы выбора. Выделение выбора технологии в отдельный этап обосновывается повышением эффективности решения проблемы выбора, так как исключение неподходящих технологий может исключить из рассмотрения значительное количество системотехнических решений, построенных на этих технологиях.

**В третьей главе** предложено практическое обоснование комплекса полученных методов для построения систем отображения информации в ситуационном центре.

На первом этапе предложено представление ситуационного центра в качестве совокупности трех приложений: центра наблюдения, ситуационного зала, кабинета руководителя. Такое представление ситуационного центра основывается на классификации ситуационных центров по типу, масштабу и решаемым задачам. Данное разделение может быть также обосновано с помощью характеризующих параметров и классификации приложений ситуационного центра по ним. Одним из важных параметров является степень обработки информации, которая представляется оперативному штабу ситуационного центра для принятия решения. В центре наблюдений, как правило, используется наименее формализованная информация, а в кабинете руководителя, наоборот, — лишь ключевые критерии и аспекты информации, необходимой для принятия решения. Приложения также определяют режим работы (круглосуточный или некруглосуточный).

На втором этапе предложено обоснование перечня параметров системы отображения информации на основе ее функционального устройства. Перечень параметров подробно рассмотрен в приложении к диссертации, а в рамках работы сформулирован лишь список параметров, разбитый по блокам функционального устройства системы отображения информации. Те параметры, которые относятся к нескольким компонентам системы отображения, вынесены в общесистемные.

Раздел, посвященный обоснованию требований к системам отображения информации, использует разделение всех систем отображения на две категории: коллективного и индивидуального использования. Основанием для такого деления служат различные требования к средствам отображения для каждой категории. С помощью предложенной во второй главе методики

формулируется три перечня требований к каждой категории систем отображения: эргономические, функциональные и системотехнические.

Практический анализ аналитических зависимостей между параметрами системы «экран, наблюдатели, помещение», разработанных во второй главе, оценивается с позиций его применимости к различным приложениям ситуационного центра. В частности, сформулирована значимость полученных результатов для ситуационного зала и диспетчерской, где применяются коллективные системы отображения информации. В меньшей степени полученные оценки важны для кабинета руководителя, где построение системы отображения базируется на требованиях к системам отображения информации индивидуального использования.

Практические рекомендации по использованию метода выбора на основе схем симплификаций предложены в рамках решения задачи выбора технологии для каждого приложения ситуационного центра и системотехнических решений.

При решении задачи выбора технологии в качестве симплификаторов используются те требования и параметры к системам отображения информации, которые относятся к технологии или характеризуют ее. В результате сделан вывод, что для диспетчерской наиболее предпочтительной может считаться проекционная технология, для ситуационного зала — проекционная, плазменная и жидкокристаллическая технологии, для кабинета руководителя — жидкокристаллическая.

Проблема выбора системотехнических решений с помощью метода выбора на основе схем симплификаций заключается в определении требований к системе отображения информации и дальнейшему анализу этих требований в таблице, строками которой являются симплификаторы, а столбцами — альтернативы. Построение этой таблицы является основной задачей при решении проблемы выбора с помощью метода на основе схем симплификаций.

Практическим обоснованием комплекса взаимоувязанных методов является решение трех классов практических задач, связанных с построением систем отображения информации в ситуационных центрах. Весь перечень задач предложено разделить на три класса.

1. Полная определенность — известно помещение и параметры системы отображения информации, необходимо определить, как ее расположить, какими свойствами будет обладать ситуационный центр и сколько рабочих мест для должностных лиц может быть размещено.
2. Частичная определенность — есть только помещение, необходимо выбрать систему отображения информации, удовлетворяющую условиям,

требованиям и необходимому количеству должностных лиц, с ограничениями на стоимость и без них.

3. Частичная неопределенность — есть требования к необходимому количеству должностных лиц; необходимо выбрать помещение, тип и параметры системы отображения информации, с ограничениями на стоимость и без них.

Решение задач каждого класса представляет собой последовательность шагов, выполнение которых опирается на полученный во второй главе комплекс взаимосвязанных методов. Основное отличие в решении трех классов задач заключается в использовании различных аналитических зависимостей.

В разделе практических рекомендаций описаны методические подходы к оценке информативности контента. Этот параметр является определяющим для определения параметров области наилучшего наблюдения. Рассмотрены четыре различных случая, в каждом из которых информативность контента может быть оценена на основании имеющихся данных об отображаемом контенте или соотношении размеров имеющихся в распоряжении экрана и помещения.

**В заключении** приводятся основные результаты, полученные в работе. В **приложения** вынесены поясняющие и вспомогательные материалы.

## **Основные результаты работы**

1. Проведен анализ предметной области исследования, включая особенности ситуационного анализа, понятие ситуационного центра (СЦ) и задачи построения систем отображения информации (СОИ) в СЦ.
2. На основании опыта построения СЦ в государственных структурах и крупных корпорациях, а также анализа существующих классификаций СЦ предложен подход к его определению, основанный на многофункциональном характере СЦ, и
3. Сформулированы основные особенности построения СОИ в СЦ как одной из его составных частей с учетом основных задач, которые необходимо решить для повышения качества функционирования СЦ.
4. Обоснована формализованная постановка задачи, суть которой заключается в следующем: необходимо осуществить выбор такой совокупности параметров системы отображения информации ситуационного центра, которая при заданных исходных условиях позволила бы создать СОИ на базе альтернативы (варианта системотехнических решений) из множества возможных альтернатив, удовлетворяющей заданным требованиям и обеспечивающей наилучшее значение выбранного показателя критерия

эффективности. На основании полученной формализованной схемы сформулированы цели и задачи диссертационного исследования.

5. Сформирован методический аппарат как целостный комплекс взаимоувязанных методов и методик, необходимый для решения задач выбора и построения СОИ в СЦ .
6. Предложен метод обоснования требований к СОИ в СЦ на базе его структурно-функционального представления, обеспечивающий создание ряда требований, возникающих со стороны информационно-аналитического, технологического компонентов СЦ, сотрудников СЦ, экономической ситуации и нормативно-правовой базы.
7. Разработан метод обоснования основных параметров СОИ на основе ее функционального устройства, обеспечивающий построение перечня параметров, необходимых при проектировании, инсталляции, эксплуатации, сервисном обслуживании и модернизации СОИ в составе СЦ.
8. Разработан метод обоснования значений основных параметров экрана, помещения и количества рабочих мест на основе аналитических зависимостей между указанными величинами, полученных с использованием нормативно-технических документов, методов комбинаторной и аналитической геометрии. Полученные зависимости позволяют увязать перечисленные параметры с информативностью контента, отображаемого на экране, и в различных условиях определять значения одних параметров через известные значения других.
9. Разработан и обоснован с математической точки зрения метод выбора на базе схемы симплификации, учитывающий особенности построения критериев эффективности, задачи выбора оборудования, недостатки существующих методов выбора. Разработанный метод выбора может быть применен и в условиях неполноты информации, что является одним из нормальных условий выбора оборудования.
10. Обоснована возможность применения метода выбора на базе схемы симплификации к выбору технологии СОИ и системотехнических решений.
11. Показано, что СЦ может быть представлен в качестве совокупности трех приложений: диспетчерского пункта (дежурной службы), ситуационного зала и кабинета руководителя. Такое представление обосновано с помощью классификации по сложности, масштабу и решаемым задачам и выделения характеризующих параметров приложений.
12. Обоснованы перечни параметров и требований к СОИ в СЦ, использующие функциональные представления как СОИ, так и СЦ.

13. Обоснован выбор технологии СОИ для каждого из приложений СЦ с помощью метода выбора на базе схемы симплификации. Симплификаторами являются те параметры СОИ, которые определяются технологией и характеризуют ее.
14. Показаны примеры выбора системотехнического решения для ситуационного зала с известными параметрами помещения, информативности отображаемого контента и количества рабочих мест.
15. Рассмотрены и классифицированы практические задачи по построению СОИ в СЦ. Для каждого класса задач предложена последовательность решения и приведен пример с численными значениями, использующие комплекс взаимосвязанных методов и обосновывающие его целостность.

### **Публикации по теме работы:**

1. *Чупраков К.Г.* Технологический анализ коллективных средств отображения в ситуационном центре // **Автоматизация в промышленности**, № 11, 2009, с. 27–30.
2. *Зацаринный А.А., Чупраков К.Г.* Некоторые аспекты выбора технологии для построения систем отображения информации ситуационного центра // **Информатика и её применения**. 2010, № 3, с. 62–71. (Личный вклад автора — разработка методического подхода к выбору технологии, формирование перечня параметров, таблицы значений, обоснование метода выбора).
3. *Чупраков К.Г.* Методические подходы к обоснованию решений по размещению средств отображения информации в ситуационном центре // **Материалы XXXVII международной конференции и дискуссионного научного клуба «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (IT + S&E'10)**, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 20-30 мая 2010 г, с 53–55.
4. *Чупраков К.Г.* Между «цифрой» и «аналогом». Обзор современных стандартов телевидения // **Hard'n'Soft**, 2006, №7, с.80–87.
5. *Королев О.И., Чупраков К.Г.* Мастера яркого цвета // **Hard'n'Soft**, 2006, №11, с. 84–87. (личный вклад автора — разделы "общие технические моменты", "комфорт и функциональность").
6. *Чупраков К.Г.* Погружение в пространство цвета // **Hard'n'Soft**, 2007, №4, с.68–73.
7. *Чупраков К.Г.* Техника больших экранов. Обзор проекционных технологий // **Hard'n'Soft**, 2010, №10, с. 84–87.